

(11)Publication number : 2005-316013

(43)Date of publication of application : 10.11.2005

(51)Int.Cl.

G02F 1/137
G02F 1/1343
G02F 1/139

(21)Application number : 2004-131991

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 27.04.2004

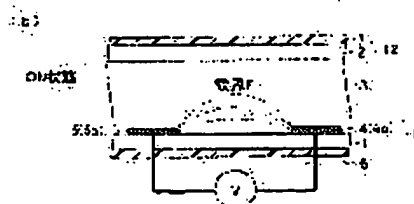
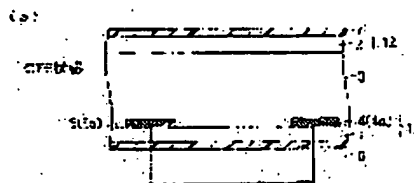
(72)Inventor.: SHIBAHARA YASUSHI
MIYAJI KOICHI

(54) DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a display device in which the Kerr effect is stabilized by lowering the phase transition temperature between the liquid crystal phase and the isotropic phase, and further the drive voltage is lowered.

SOLUTION: The display device is equipped with substrates 1, 2, at least one of which is transparent, a medium layer 3 interposed between the substrates 1, 2 and electrodes 4, 5 applying electric field to the medium layer 3, wherein the medium in the medium layer 3 contains a liquid crystalline material, a chiral agent and a non-polar material. As a result, in the medium no drastic structure change will occur, in the vicinity of the phase transition temperature of the liquid crystalline material between the isotropic phase and the liquid crystal phase, and the phase transition temperature lowering effect is brought about. Also the non-polar material weakens mutual constraints among the components of the liquid crystalline material, and as a result, orientation of the liquid crystalline material molecules becomes easier to be changed and the drive voltage lowering effect is concurrently brought about. Consequently, the display element, in which the Kerr effect is stabilized by lowering the phase transition temperature between the liquid crystal phase and the isotropic phase and further the driving voltage is lowered, is realized.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

12.09.2006

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.*** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]

It is the display device equipped with the medium from which at least one side is ****(ed) between the substrate of a transparent pair, and the substrate of the pair concerned, and optical anisotropy changes with impression of electric field,

The above-mentioned medium is non-liquid crystallinity matter, at least two kinds of liquid crystallinity matter with which isotropic phase-liquid crystal phase phase transition temperature differs mutually -- containing -- and

The display device characterized by having the optical isotropy at temperature lower than the isotropic phase-liquid crystal phase phase transition temperature of each above-mentioned liquid crystallinity matter.

[Claim 2]

The above-mentioned medium is a display device according to claim 1 further characterized by including a chiral agent.

[Claim 3]

It is the display device equipped with the medium from which at least one side is ****(ed) by the substrate of a transparent pair, and the substrate of the pair concerned, and optical anisotropy changes with electric-field impression,

The above-mentioned medium is a display device characterized by including at least two kinds of liquid crystallinity matter with which isotropic phase-liquid crystal phase phase transition temperature differs mutually, the non-liquid crystallinity matter, and a chiral agent.

[Claim 4]

The display device according to claim 1 or 3 characterized by the above-mentioned non-liquid crystallinity matter being non-polar matter.

[Claim 5]

The above-mentioned electric-field impression means is a display device according to claim 1 or 3 characterized by the thing which was done for opposite arrangement, and which are equipped with the Kushigata electrode of a pair at least in the direction in which it is prepared in an opposed face side with the substrate of another side in one substrate of the substrate of the above-mentioned pair, and a ctenidium part gears mutually.

[Claim 6]

The display device according to claim 1 or 3 to which the above-mentioned ctenidium part is characterized by having a wedge-action-die configuration.

[Claim 7]

The display device according to claim 1 or 3 to which the include angle which the bending part of the above-mentioned wedge-action-die configuration makes is characterized by being less than **20 degrees 90 degrees.

[Claim 8]

The display device according to claim 1 or 3 characterized by forming the orientation film in one [at least] substrate among the substrates of a top Norikazu pair.

[Claim 9]

The display device according to claim 8 to which the above-mentioned orientation film is characterized by being an organic thin film.

[Claim 10]

The display device according to claim 8 characterized by the above-mentioned orientation film consisting of polyimide.

[Claim 11]

The display device according to claim 8 characterized by performing level orientation processing to at least one side of the above-mentioned orientation film.

[Claim 12]

The above-mentioned liquid crystallinity matter is a display device according to claim 1 or 3 characterized by showing the optical isotropy at the time of no electric-field impressing, and showing optical anisotropy by impression of an electrical potential difference.

[Claim 13]

The above-mentioned liquid crystallinity matter is a display device according to claim 1 or 3 characterized by showing optical anisotropy at the time of no electric-field impressing, and showing the optical isotropy by impression of an electrical potential difference.

[Claim 14]

The above-mentioned liquid crystallinity matter is a display device according to claim 1 or 3 characterized by having the orientation order below the wavelength of light at the time of no electrical-potential-difference impressing.

[Claim 15]

The display device according to claim 1 or 3 to which the above-mentioned liquid crystallinity matter is characterized by having the order structure which shows cubic symmetric property.

[Claim 16]

The display device according to claim 1 or 3 characterized by the above-mentioned liquid crystallinity matter consisting of a molecule in which a cubic phase or a smectic D phase is shown.

[Claim 17]

The display device according to claim 1 or 3 characterized by the above-mentioned liquid crystallinity matter consisting of a liquid crystal micro emulsion.

[Claim 18]

The display device according to claim 1 or 3 characterized by the above-mentioned liquid crystallinity matter consisting of a lyotropic liquid crystal in which a micell phase, an inverted micelle phase, a sponge phase, or a cubic phase is shown.

[Claim 19]

The display device according to claim 1 or 3 characterized by the above-mentioned liquid crystallinity matter consisting of a liquid crystal particle dispersed system which shows a micell phase, an inverted micelle phase, a sponge phase, or a cubic phase.

[Claim 20]

The display device according to claim 1 or 3 characterized by the above-mentioned liquid crystallinity matter consisting of DIN DORIMA.

[Claim 21]

The display device according to claim 1 or 3 characterized by the above-mentioned liquid crystallinity matter consisting of a molecule in which a cholesteric blue phase is shown.

[Claim 22]

The display device according to claim 1 or 3 characterized by the above-mentioned liquid crystallinity matter consisting of a molecule in which a smectic blue phase is shown.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[Field of the Invention]

[0001]

This invention relates to the display device which has the display engine performance of the wide field of view in a detail at a high-speed responsibility list more about a display device.

[Background of the Invention]

[0002]

A liquid crystal display component is a small lightweight and display device of power consumption in the thin shape also in various display devices. For this reason, the liquid crystal display component is widely used for OA equipment, such as image display devices, such as television and video, a monitor, a word processor (word processor), and a personal computer.

[0003]

TN (Twisted Nematic) mode using the former, for example, a nematic liquid crystal, as a liquid crystal display method (display mode) of such a liquid crystal display component, a display mode, a polymer dispersed liquid crystal display mode using a ferroelectric liquid crystal (FLC) or antiferroelectricity liquid crystal (AFLC), etc. are known.

[0004]

Also in this, the liquid crystal display component in TN mode is put in practical use, for example. However, the liquid crystal display component in this TN mode has a fault, like an angle of visibility with a slow response is narrow, and these faults serve as big hindrance, when exceeding CRT (cathode ray tube).

[0005]

Moreover, although it has the advantage that the liquid crystal display component of the display mode using FLC or AFLC has a quick response, there is a big fault in respect of shock-proof nature, the temperature characteristic, etc., and by the time it is put in practical use widely, it will not have resulted.

[0006]

Furthermore, the liquid crystal display component of a polymer dispersed liquid crystal display mode uses light scattering, and does not need a polarizing plate, but a daylight display is possible for it. However, the liquid crystal display component of this polymer dispersed liquid crystal display mode has the technical problem in respect of the response characteristic of image display. So, it is hard to say that the liquid crystal display component of a polymer dispersed liquid crystal display mode is a liquid crystal display component superior to the liquid crystal display component in TN mode.

[0007]

With these liquid crystal display component, all, it is in the condition that the liquid crystal molecule aligned in the fixed direction, and since how for it to be visible with the include angle to

a liquid crystal molecule differs, there is a viewing-angle limit. Moreover, each of these means of displaying uses rotation of the liquid crystal molecule by electric-field impression, and since they rotates [with all of], with a liquid crystal molecule aligned, a response takes time amount to them. In addition, in the case of the liquid crystal display component of the display mode using FLC or AFLC, in respect of a speed of response or an angle of visibility, it is advantageous, but the irreversible orientation destruction by external force poses a problem.

[0008]

The liquid crystal display component using the matter in which the matter from which optical anisotropy changes with electric-field impression on the other hand to these liquid crystal display component using rotation of the molecule by electric-field impression, the orientation polarization by the electro-optical effect, or electronic polarization is shown especially is proposed.

[0009]

Here, the electro-optical effect means the phenomenon in which the refractive index of the matter changes with external electric fields. There are effectiveness proportional to primary [of electric field] and effectiveness proportional to secondary in the electro-optical effect, and it is called the Pockels effect and the Kerr effect, respectively.

[0010]

Application to a high-speed optical shutter is advanced early, and, as for the matter in which especially the Kerr effect is shown, the utilization to a special measuring machine machine is made. The Kerr effect will be discovered by J.Kerr (car) in 1875. Until now, as an ingredient in which the Kerr effect is shown, ingredients, such as organic liquids, such as a nitrobenzene and a carbon disulfide, are known, and these ingredients are used for high field strength measurement of a power cable etc., for example other than the above-mentioned optical shutter.

[0011]

Then, having a Kerr constant with a big liquid crystal ingredient is shown, a light modulation element, an optical polarizing element, and basic examination further turned to optical-integrated-circuit application are performed, and the liquid crystal compound in which the Kerr constant exceeding 200 times of the above-mentioned nitrobenzene is shown is also reported.

[0012]

The application to the display of the Kerr effect is beginning to be considered in such a situation. The refractive index of the matter in which the Kerr effect is shown is proportional to the 2nd order of the impressed electric field. The refractive index of the matter in which the Kerr effect is shown is proportional to the 2nd order of the impressed electric field. For this reason, when the matter in which the Kerr effect is shown is used as orientation polarization, compared with the case where the matter in which the Pockels effect is shown is used as orientation polarization, a low-battery drive can be expected relatively. Furthermore, in order that the matter in which the Kerr effect is shown may essentially show the response characteristic of several several microseconds - mm second, the application to a high-speed response display is expected.

[0013]

The stability of the Kerr effect has been a big technical problem in such a situation in the application to the display device of the matter in which the Kerr effect is shown. That is, although the Kerr effect is observed in the state of an isotropic phase, it serves as max near the liquid crystal phase-isotropic phase phase transition temperature. And decreasing rapidly is known and the Kerr effect poses a practically big problem while temperature rises from liquid crystal phase-isotropic phase phase transition temperature. So, it has been a technical problem to stabilize rapid fluctuation of the Kerr effect in temperature higher than such liquid crystal phase-isotropic phase phase transition temperature.

[0014]

As opposed to the technical problem about the stability of such the Kerr effect, by adding molecules, such as ethyl alcohol, to the matter in which the Kerr effect is shown, liquid crystal phase-isotropic phase phase transition temperature is reduced and the Kerr effect is stabilized with the indicating equipment of the patent reference 1.

[Patent reference 1] JP,2001-249363,A (September 14, 2001)

[Nonpatent literature 1] Shiro Matsumoto, outside trinomial, and "Fine droplets of liquid crystals in a transparent polymer and their response to an electric field" Appl.Phys.Lett., August, 1996, vol.69, No.8, p.1044-1046

[Nonpatent literature 2] Kazuya Saito and outside — one person, "the thermodynamics of the new thermotropic liquid crystal which is isotropy optically", liquid crystal, 2001, the 5th volume, and the 1st — No. p.20-27

[Nonpatent literature 3] The Yamamoto **, "a liquid crystal micro emulsion", liquid crystal, 2000, the 4th volume, No. 3, p.248-254

[Nonpatent literature 4] D. The volume Demus and on outside trinomial, "Handbook of Liquid Crystals Low Molecular Weight Liquid Crystal", Wiley-VCH, 1998, vol.2B, p.887-900

[Nonpatent literature 5] The 1st time of Yamamoto **, "liquid-crystal science experiment lecture: Identification:(4) lyotropic-liquid-crystal" which is a liquid crystal phase, liquid crystal, 2002, the 6th volume, No. 1, p.72-83

[Nonpatent literature 6] Eric Grelet, outside trinomial, "Structural Investigations on Smectic Blue Phases", PHYSICAL REVIEW LETTERS, The American Physical Society, April 23, 2001, vol.86, No.17, p3791-3794

[Nonpatent literature 7] Yonetani **, "a nano structure liquid crystal phase being explored by the molecular simulation", liquid crystal, 2003, the 7th volume, No. 3, p.238-245

[Nonpatent literature 8] the Yamamoto **** and outside — one person, "an organic opto electronics material", National Technical Report, December, 1976, and vol. — 22, No.6, and p.826-834

[Nonpatent literature 9] Takashi Kato and an outside binary name, "Fast and High-Contrast Electro-optical Switching of Liquid-Crystalline Physical Gels : Formation of Oriented Microphase-Separated Structures", Adv.Funct.Mater., April, 2003, vol.13.No.4, p313-317

[Description of the Invention]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

[0015]

It is effective in reducing liquid crystal phase-isotropic phase phase transition temperature in the display of the patent reference 1. However, on the other hand, the display of the patent reference 1 has the problem of causing the rise of driver voltage.

[0016]

That is, in the indicating equipment of the patent reference 1, it becomes possible by adding ethyl alcohol to a medium to reduce liquid crystal phase-isotropic phase phase transition temperature. However, the fall of a Kerr constant is also caused with the fall of this liquid crystal phase-isotropic phase phase transition temperature. And it has the problem that the electrical potential difference which drives a display will increase by the fall of this Kerr constant.

[0017]

It is in offering the display device which the purpose reduces liquid crystal phase-isotropic phase phase transition temperature, and stabilizes the Kerr effect by making this invention in view of the above-mentioned conventional trouble, and can reduce driver voltage.

[Means for Solving the Problem]

[0018]

In order that the display device of this invention may solve the above-mentioned technical problem, the substrate of a pair at least with transparent one side, It is the display device equipped with the medium from which it **** between the substrates of the pair concerned, and optical anisotropy changes with impression of electric field. The above-mentioned medium It is characterized by having the optical isotropy at temperature lower than the isotropic phase-liquid crystal phase phase transition temperature of each above-mentioned liquid crystallinity matter, including the non-liquid crystallinity matter and at least two kinds of liquid crystallinity matter with which isotropic phase-liquid crystal phase phase transition temperature differs mutually.

[0019]

According to the above-mentioned configuration, the non-liquid crystal matter and at least two kinds of liquid crystallinity matter with which isotropic phase-liquid crystal phase phase

transition temperature differs mutually are contained in the above-mentioned medium. Since the above-mentioned liquid crystallinity matter has the optical isotropy at temperature lower than the isotropic phase-liquid crystal phase phase transition temperature of each above-mentioned liquid crystallinity matter, isotropic phase-liquid crystal phase phase transition becomes broadcloth, the effect by electric field decreases, and driver voltage required for electric-field impression immediately after isotropic phase-liquid crystal phase phase transition does not change a lot.

[0020]

Moreover, the non-liquid crystallinity matter is inferior to compatibility in mixing to the above-mentioned liquid crystallinity matter. And since the above-mentioned non-liquid crystallinity matter can weaken the mutual restraint between the components of the liquid crystallinity matter, orientation change of the liquid crystallinity matter becomes easy, and it can reduce more driver voltage required for electric-field impression.

[0021]

As mentioned above, according to the above-mentioned configuration, the display device which liquid crystal phase-isotropic phase phase transition temperature is reduced, and stabilizes the Kerr effect, and can reduce driver voltage is realizable.

[0022]

Moreover, as for the above-mentioned medium, in the display device of this invention, it is still more desirable that a chiral agent is included.

[0023]

A chiral agent can be mutually twisted with the molecule which adjoins in the liquid crystallinity matter, and takes structure. And the energy of the interaction between the molecules in the liquid crystallinity matter becomes low, the liquid crystallinity matter can be twisted spontaneously, and takes structure, and structure stabilizes it. So, near the isotropic phase-liquid crystal phase phase transition temperature of the liquid crystallinity matter, a rapid structural change does not take place but the above-mentioned medium does the effectiveness of the ability to make different isotropic phase-liquid crystal phase phase transition temperature approximate in the above-mentioned liquid crystallinity matter.

[0024]

In order that the display device of this invention may solve the above-mentioned technical problem, it is the display device equipped with the medium from which at least one side is **** (ed) by the substrate of a transparent pair, and the substrate of the pair concerned, and optical anisotropy changes with electric-field impression, and the above-mentioned medium is characterized by including at least two kinds of liquid crystallinity matter with which isotropic phase-liquid crystal phase phase transition temperature differs mutually, the non-liquid crystallinity matter, and a chiral agent.

[0025]

Moreover, as for the above-mentioned non-liquid crystallinity matter, in the display device of this invention, it is desirable that it is the nonpolar matter.

[0026]

According to the above-mentioned configuration, in the molecular assembly in the above-mentioned medium, since the non-polar matter tends [comparatively] to be influenced of a dipole interaction etc., orientation change becomes easy to take place and it can suppress the rise of driver voltage required for an optical modulation.

[0027]

As mentioned above, according to the above-mentioned configuration, the display device which liquid crystal phase-isotropic phase phase transition temperature is reduced, and stabilizes the Kerr effect, and can reduce driver voltage is realizable.

[0028]

Moreover, the thing which was done for opposite arrangement and which are equipped with the Kushigata electrode of a pair at least is desirable in the direction in which the above-mentioned electric-field impression means is formed in the medium side in the substrate of the above-mentioned pair at the display device of this invention, and a ctenidium part gears mutually.

[0029]

According to the above-mentioned configuration, the above-mentioned electric-field impression means are at least one pair of Kushigata electrodes, and opposite arrangement is carried out in the direction in which it is prepared in the medium side in the substrate of the above-mentioned pair, and a ctenidium part gears mutually. electric field according to the Kushigata electrode by being arranged so that the ctenidium part in the above-mentioned Kushigata electrode may gear mutually — a substrate — abbreviation — it becomes parallel electric field. so — according to the above-mentioned configuration — the Kushigata electrode — a substrate — abbreviation — since parallel electric field are impressed to a medium, the display device by which driver voltage was reduced is realizable. In addition, as for the above "the Kushigata electrode", two or more electrodes (ctenidium part) say the thing of the electrode elongated from one electrode (a part for a comb root) in the predetermined direction to the longitudinal direction.

[0030]

Moreover, it is desirable that the above-mentioned ctenidium part has a wedge-action-die configuration in the display device of this invention.

[0031]

The above "a wedge configuration" means the configuration where the ctenidium part bent at an angle of predetermined. Since according to the above-mentioned configuration opposite arrangement of the ctenidium part of the wedge-action-die configuration in such a Kushigata electrode is carried out so that it may gear mutually, as for the electric field generated with this Kushigata electrode, the electric-field impression direction turns into a 2-way at least.

[0032]

So, according to the above-mentioned configuration, the medium domain where the directions of the optical anisotropy of the above-mentioned medium differ exists because the electric-field impression direction recognizes 2-way existence at least. For this reason, the effectiveness that an angle-of-visibility property improves in the above-mentioned display device is done so.

[0033]

Moreover, it is desirable that the include angle which the bending part of the above-mentioned wedge-action-die configuration makes in the display device of this invention is 90 degrees

[**20].

[0034]

"The include angle which the bending part of a serration configuration makes" means the include angle at which the ctenidium part bent. So, since the include angle which the bending part of the above-mentioned wedge-action-die configuration makes is 90 degrees [**20], i.e., 70 - 110 degrees, according to the above-mentioned configuration, the medium (include angle of **20 degrees is made 90 degrees) domain where the direction of the optical anisotropy of a medium intersects perpendicularly mostly mutually exists. So, it becomes possible to compensate mutually the phenomenon with a color of the slanting viewing angle in each medium domain, and to suit. Therefore, the display device which can raise an angle-of-visibility property more can be realized, without spoiling permeability.

[0035]

Moreover, it is desirable that the orientation film is formed in one [at least] substrate among the substrates of the above-mentioned pair in the display device of this invention. Moreover, it is still more desirable that the above-mentioned orientation film is an organic thin film, and especially the thing consisted of polyimide is desirable.

[0036]

According to the above-mentioned configuration, it can specify towards a request of the direction of orientation of a medium in near an interface with the above-mentioned orientation film of the above-mentioned medium certainly. According to the above-mentioned configuration, the orientation of the molecule which constitutes the above-mentioned medium can be made to carry out towards desired certainly in the condition of having made the above-mentioned medium discovering a liquid crystal phase. In addition, it is desirable that level orientation processing is especially performed to at least one side of the above-mentioned orientation film.

[0037]

Moreover, the above-mentioned liquid crystallinity matter may show the optical isotropy at the time of no electric-field impressing, may show optical anisotropy by impression of an electrical potential difference, may show optical anisotropy at the time of no electric-field impressing, and may show the optical isotropy by impression of an electrical potential difference.

[0038]

the above — also in which configuration, the configuration of the index ellipsoid of the above-mentioned liquid crystallinity matter can be changed in the time of no electric-field impressing and electric-field impression by impression of electric field. So, the direction of optical anisotropy can be displayed by changing extent of optical anisotropy (whenever [orientation order], refractive index), while it has been fixed. Therefore, also in which the above-mentioned configuration, the effectiveness that the display device which has a wide-field-of-view angle property and high-speed responsibility is realizable is done so.

[0039]

Moreover, the above-mentioned liquid crystallinity matter may have the orientation order below the wavelength of light at the time of no electrical-potential-difference impressing.

[0040]

If orientation order is below the wavelength of light, isotropy is shown optically. So, the effectiveness that the display condition at the time of no electrical-potential-difference impressing can certainly be changed is done by using the liquid crystallinity matter with which orientation order is no electrical-potential-difference impressing below the wavelength of light.

[0041]

Moreover, the above-mentioned liquid crystallinity matter may have the order structure which shows cubic symmetric property.

[0042]

Moreover, the above-mentioned liquid crystallinity matter may consist of a molecule in which a cubic phase or a smectic D phase is shown.

[0043]

Moreover, the above-mentioned liquid crystallinity matter may consist of a liquid crystal micro emulsion.

[0044]

Moreover, the above-mentioned liquid crystallinity matter may consist of a lyotropic liquid crystal in which a micell phase, an inverted micelle phase, a sponge phase, or a cubic phase is shown.

[0045]

Moreover, the above-mentioned liquid crystallinity matter may consist of a liquid crystal particle dispersed system which shows a micell phase, an inverted micelle phase, a sponge phase, or a cubic phase.

[0046]

Moreover, the above-mentioned liquid crystallinity matter may consist of DIN DORIMA.

[0047]

Moreover, the above-mentioned liquid crystallinity matter may consist of a molecule in which a cholesteric blue phase is shown.

[0048]

Moreover, the above-mentioned liquid crystallinity matter may consist of a molecule in which a smectic blue phase is shown.

[0049]

When each above-mentioned matter impresses electric field, optical anisotropy changes.

Therefore, each above-mentioned matter can be used as the above-mentioned liquid crystallinity matter.

[Effect of the Invention]

[0050]

By the display device of this invention, a medium has the optical isotropy as mentioned above at temperature lower than the isotropic phase-liquid crystal phase phase transition temperature of each above-mentioned liquid crystallinity matter, including the non-liquid crystallinity matter and

at least two kinds of liquid crystallinity matter with which isotropic phase-liquid crystal phase phase transition temperature differs mutually. Since the above-mentioned liquid crystallinity matter has the optical isotropy at temperature lower than the isotropic phase-liquid crystal phase phase transition temperature of each above-mentioned liquid crystallinity matter, isotropic phase-liquid crystal phase phase transition becomes broadcloth, the effect by electric field decreases, and driver voltage required for electric-field impression immediately after isotropic phase-liquid crystal phase phase transition does not change a lot. Moreover, in mixing with the above-mentioned liquid crystallinity matter, since compatibility is slightly inferior, the non-polar matter weakens mutual restraint of the component of the liquid crystallinity matter in packing within the above-mentioned medium. Therefore, orientation change of a liquid crystallinity matter molecule becomes easier to take place, and the effectiveness that driver voltage falls is done so. So, the display device which this invention reduces liquid crystal phase-isotropic phase phase transition temperature, and stabilizes the Kerr effect, and can reduce driver voltage is realizable.

[Best Mode of Carrying Out the Invention]

[0051]

It will be as follows if one gestalt of operation of this invention is explained based on drawing 1 - drawing 11.

[0052]

Drawing 1 (a) is the sectional view showing typically the outline configuration of the important section of the display device concerning the gestalt of this operation in electrical-potential-difference the condition of not impressing (OFF condition), and drawing 1 (b) is the sectional view showing typically the outline configuration of the important section of the display device concerning the gestalt of this operation in an electrical-potential-difference impression condition (ON condition).

[0053]

Drawing 1 (a) As shown in - (b), the display device of the gestalt of this operation It has the substrate (it is hereafter described as the pixel substrate 11 and the opposite substrate 12) of a pair at least with transparent one side which countered mutually and has been arranged. Between the substrates of these pairs as an optical modulation layer It has the configuration by which the medium layer 3 which consists of a medium (it is hereafter described as Medium A) which carries out an optical modulation by impression of electric field is pinched. Moreover, with the mutual opposed face of the outside 11 of the substrate of the above-mentioned pair, i.e., the above-mentioned pixel substrate, and the opposite substrate 12, it has the configuration in which the polarizing plate 6-7 is formed in the field of the opposite side, respectively.

[0054]

The above-mentioned pixel substrate 11 and the opposite substrate 12 are equipped with a substrate 1 and 2 with a transparent glass substrate etc., respectively, as shown in drawing 1 (a) - (b). moreover, it is shown in an opposed face with the above-mentioned substrate 2 of the substrate 1 in the above-mentioned pixel substrate 11, i.e., an opposed face with the above-mentioned opposite substrate 12, at drawing 1 (b) — as — the above-mentioned substrate 1 — abbreviation — opposite arrangement of the electrode 4 which is an electric-field impression means for impressing parallel electric field (sideways electric field) to the above-mentioned medium layer 3, and 5 is carried out mutually.

[0055]

The above-mentioned electrode 4-5 consists of transparent electrode ingredients, such as ITO (indium stannic acid ghost), and is set, for example as the line breadth of 5 micrometers, and the inter-electrode distance (electrode spacing) of 5 micrometers with the gestalt of this operation. However, the above-mentioned line breadth and inter-electrode distance are mere examples, and are not limited to this. although it is not what is limited especially as an example of an electrode 4-5 if it is possible to carry out the optical modulation of the medium A of the medium layer 3 while impressing the above-mentioned medium layer 3 — the above-mentioned substrate 1 — abbreviation — the electrode which impresses parallel electric field (sideways electric field) to the above-mentioned medium layer 3 is mentioned.

[0056]

Hereafter, drawing 2 is made reference and an example of the electrode structure of an electrode 4-5 is explained. Drawing 2 is drawing explaining the relation of the structure of an electrode 4-5 and the polarizing plate absorption shaft in the display device of operation of this invention.

[0057]

An electrode 4-5 is the Kushigata electrode by which opposite arrangement was carried out in the direction which gears mutually [ctenidium partial 4a and 5a have a wedge-action-die configuration, and]. A "wedge configuration" means the configuration where ctenidium partial 4a and 5a bent at an angle of predetermined (serration include angle alpha). moreover, ctenidium partial 4a and 5a are shown in drawing 2 — as — wedge-action-die configuration plurality — an owner — a configuration is sufficient the bottom. Thus, a serration configuration is mentioned as an example of a configuration which has two or more wedge-action-die configurations.

[0058]

As for the "Kushigata electrode" here, two or more electrode (ctenidium part) 4a says the thing of the electrode elongated from one electrode (part for comb root) 4b in the predetermined direction to the longitudinal direction. Moreover, the thing of the configuration elongated while the ctenidium part bent by turns at the serration include angle alpha in the direction which keeps away to the longitudinal direction of comb root part 4b, as it was indicated in drawing 2 as a "serration configuration" is said.

[0059]

As shown in drawing 2 , an electrode 4 consists of comb root part 4b and ctenidium partial 4a. Ctenidium partial 4a is elongated bending by turns in the direction which keeps away to the longitudinal direction of comb root part 4b. Moreover, ctenidium partial 4a has composition which serration unit 4e which serration component 4c and 4d of serration components constitute elongated continuously. This serration unit 4e is the configuration which bent so that serration component 4c and 4d of serration components might make the include angle of the serration include angle alpha. And in ctenidium partial 4a of an electrode 4, it has composition elongated while bending by turns at equal intervals in the direction which keeps away to the longitudinal direction of comb root part 4b.

[0060]

Moreover, it has composition in which serration unit 5e which serration component 5c and 5d of serration components constitute elongated ctenidium partial 5a in an electrode 5 as well as ctenidium partial 4a in an electrode 4 continuously, and is the configuration that serration component 5c and 5d of serration components in serration unit 5e bent so that the include angle of the serration include angle alpha might be made.

[0061]

Moreover, as shown in drawing 2 , opposite arrangement of an electrode 4 and the electrode 5 is carried out so that ctenidium partial 5a may gear with each ctenidium partial 4a. That is, opposite arrangement of an electrode 4 and the electrode 5 is carried out so that serration component 4c and 4d of serration components in ctenidium partial 4a may become parallel to serration component 5c and 5d of serration components in ctenidium partial 5a respectively. So, if an electrical potential difference is impressed to an electrode 4-5, two electric fields from which the electric-field impression direction differs mutually will be formed. That is, the electric field between serration component 4c and serration component 5c (electric-field impression direction 45c of drawing 2) and the electric field between 4d of serration components and 5d of serration components (the 45d of the electric-field impression directions of drawing 2) are formed.

[0062]

Moreover, the above-mentioned serration unit 4e and serration unit 5e can be said to be having the character type configuration of "**" from the configuration. So, the above "a serration configuration" can say the character component of "**" which corresponds per serration with it being the configuration elongated in the direction which keeps away to the longitudinal direction for a comb root. Moreover, "a ctenidium part is a serration configuration" can say a ctenidium part with it being the configuration of a zigzag line of having the character type configuration of "**."

[0063]

Moreover, the above-mentioned serration unit 4e and serration unit 5e can be said to be having the configuration of the character of "v" from the configuration. So, the above "a serration configuration" can say the character component of "v" which corresponds per serration with it being the configuration elongated in the direction which keeps away to the longitudinal direction for a comb root. Moreover, "a ctenidium part is a serration configuration" can say a ctenidium part with it being the configuration of a zigzag line of having the character type configuration of "v."

[0064]

Moreover, as shown in drawing 2, electric-field impression direction 45c and the 45d of the electric-field impression directions are mutually perpendicular. For this reason, the medium (include angle of 90 degrees is made) domain where the direction of the optical anisotropy of Medium A intersects perpendicularly mutually exists, and it becomes possible in a display device to compensate mutually the phenomenon with a color of the slanting viewing angle in each medium domain, and to suit.

[0065]

Moreover, with the gestalt of this operation, as shown in drawing 12, polarizing plate absorption shaft 6a and 7a in each polarizing plate 6-7 are making the include angle of 45 degrees to electric-field impression direction 45 c.45d of the above-mentioned 2-way formed with an electrode 4-5 while the polarizing plate 6-7 prepared in both the substrates 1-2, respectively is arranged so that polarizing plate absorption shaft orientations may intersect perpendicularly mutually.

[0066]

Thus, the electrode 4-5 prepared in the substrate 1 is formed so that the electric-field impression direction may turn into a 2-way at least. The medium domain where the directions of the optical anisotropy of Medium A differ exists in the medium layer 3 because the electric-field impression direction recognizes 2-way existence at least. For this reason, the effectiveness that an angle-of-visibility property improves in the above-mentioned display device is done so. moreover, the above — when the electrode 4-5 is formed so that the electric-field impression direction of a 2-way may become perpendicular mutually even if few, the medium (include angle of 90 degrees is made) domain where the direction of the optical anisotropy of Medium A intersects perpendicularly mutually exists. For this reason, in a display device, it becomes possible to compensate mutually the phenomenon with a color of the slanting viewing angle in each medium domain, and to suit. Therefore, the display device which can raise an angle-of-visibility property more can be realized, without spoiling permeability. Moreover, when being arranged so that the direction of the optical anisotropy of Medium A may intersect perpendicularly mutually and the include angle whose include angle with polarizing plate absorption shaft 6a and 7a of the above-mentioned polarizing plate 6-7 is 45 degrees may be made, the compensating ratio of the coloring phenomenon of a slanting viewing angle can realize the display device which raises increase and an angle-of-visibility property further.

[0067]

Moreover, in the display device of the gestalt of this operation, as shown in drawing 1 (b), when whenever [orientation order] goes up in the electric-field impression direction, optical anisotropy is discovered, and the medium layer 3 may function as a display device of the shutter mold from which permeability changes. Therefore, to the polarizing plate absorption shaft orientations which intersect perpendicularly mutually, the direction of an anisotropy gives the maximum permeability, when making the include angle of 45 degrees. In addition, bearing which the optical anisotropy of each medium domain of Medium A discovers estimates the permeability (P) when presupposing that it exists in the include angle of θ (degree), respectively to be a polarizing plate absorption shaft from $P(\%) = \sin^2(2\theta)$. So, if it is 100%, then about 90% or more about permeability in case Above θ is 45 degrees, since it will be sensed to human being's eyes that it has the maximum brightness, if Above θ is $35 < \theta < 55$ degrees, it will be sensed to have the maximum brightness to human being's eyes. That is, as shown in the gestalt of this operation, electric field are that polarizing plate absorption shaft orientations and

the orientation processing direction (the direction of rubbing) in level orientation processing if it puts in another way make the include angle of 45 degrees most suitably less than ± 5 times 45 degrees less than ± 10 degrees 45 degrees to the electric-field impression direction by the electrode 4-5 by the display device impressed to abbreviation parallel to a substrate 1, and it becomes possible to maximize permeability. Moreover, if Above theta is $35 < \theta < 55$ degrees, to compensation of an above-mentioned coloring phenomenon, the difference whose brightness in the field of a mutual medium domain is about 10% will arise, and it will be sensed to human being's eyes that it has the maximum brightness, namely, as shown in the gestalt of this operation, electric field in the display device impressed to a substrate 1 at abbreviation parallel each -- With the direction of the optical anisotropy generated by electric-field impression of electric-field impression direction 45 c.45d The include angle which absorption shaft 6a and 7a of the above-mentioned polarizing plate 6-7 make is about 45 degrees (within the limits of less than ± 10 degrees 45 degrees), respectively. It is 45 degrees most suitably 45 within the limits of ± 5 times, each -- it is desirable for the direction of the optical anisotropy generated by electric-field impression of electric-field impression direction 45 c.45d to make the include angle of about 90 degrees (90 within the limits of less than ± 20 degrees, suitably 90 within the limits of ± 10 degrees, most suitably 90 degrees) mutually.

[0068]

The above-mentioned display device is formed by enclosing said medium A with lamination and its opening through spacers which are not illustrated, such as a plastics bead and a glass fiber spacer, if needed by the sealing compound which does not illustrate the substrate 1 with which the above-mentioned Kushigata electrode 4-5 was formed, and a substrate 2 for example.

[0069]

It is characterized by the medium A in the display device of the gestalt of this operation coming to contain the liquid crystallinity matter, a chiral agent, and the non-liquid crystallinity matter.

[0070]

The above-mentioned liquid crystallinity matter used for the gestalt of this operation is a medium from which optical anisotropy changes by impressing electric field. Although electric displacement $D_j = \epsilon_{ij} E_j$ will be produced if electric field E_j are added from the exterior into the matter, a slight change is then looked at by the dielectric constant (ϵ_{ij}). On the frequency of light, since the square of a refractive index (n) is equivalent to a dielectric constant, the above-mentioned liquid crystallinity matter can also be said to be the matter from which a refractive index changes by impression of electric field.

[0071]

Thus, unlike the liquid crystal display component for which, as for the display device of the gestalt of this operation, the refractive index of the matter displays using the phenomenon (electro-optical effect) of changing with external electric fields, and the molecule (the direction of orientation of a molecule) used rotating together by electric-field impression, the direction of optical anisotropy hardly changes, but displays by change (mainly electronic polarization and orientation polarization) of extent of the optical anisotropy.

[0072]

as the above-mentioned liquid crystallinity matter, you may be matter which is the methods of \pm (macroscopic -- seeing -- etc. -- what is necessary is just a direction) optically, and optical anisotropy discovers by electric-field impression at the time of no electric-field impressing, such as matter in which the Pockels effect or the Kerr effect is shown, and may be the matter in which it has optical anisotropy at the time of no electric-field impressing, an anisotropy disappears by electric-field impression, and isotropy (macroscopic -- seeing -- etc. -- what is necessary is just a direction) is shown optically. typical -- the time of no electric-field impressing -- optical -- etc. -- it is a direction (macroscopic -- seeing -- etc. -- what is necessary is just a direction), and is the medium which discovers an optical modulation (it is desirable for a birefringence to go up especially by electric-field impression) by electric-field impression.

[0073]

In the state of no electrical-potential-difference impressing, in the state of electrical-potential-

difference impression, the Pockels effect and the Kerr effect (in itself, observed in the state of an isotropic phase) are the electro-optical effects proportional to secondary [of electric field / primary or secondary], and since it is an isotropic phase, it is optically isotropic, but when a birefringence is discovered, they can modulate [in the field to which electric field are impressed, the direction of a major axis of the molecule of a compound can carry out orientation of them in the direction of electric field, and] permeability, respectively. For example, since each molecule arranged at random by in the case of the means of displaying using the matter in which the Kerr effect is shown impressing electric field and controlling the spin polarization of electron in one intramolecular rotates separately respectively and the sense is changed, a speed of response is very quick, and since the molecule has arranged disorderly, there is an advantage that there is no viewing-angle limit. In addition, what sees roughly among the above-mentioned liquid crystallinity matter, and is proportional to secondary [of electric field / primary or secondary] can be treated as matter in which the Pockels effect or the Kerr effect is shown.

[0074]

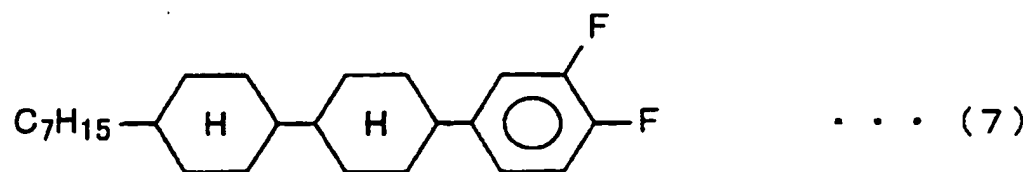
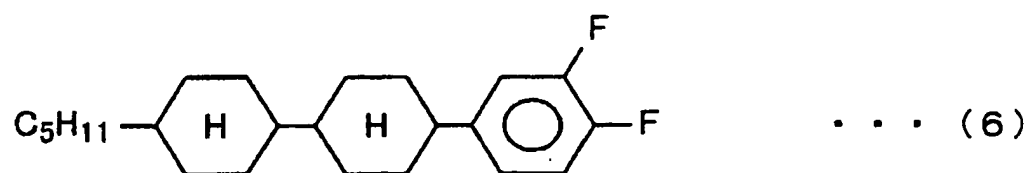
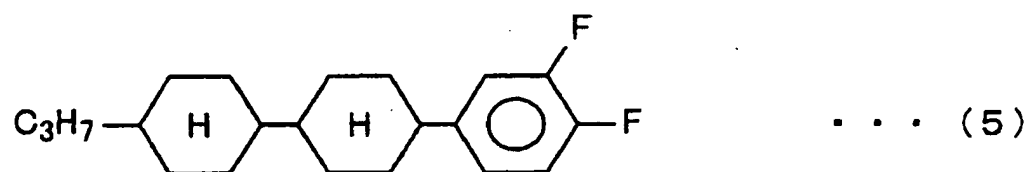
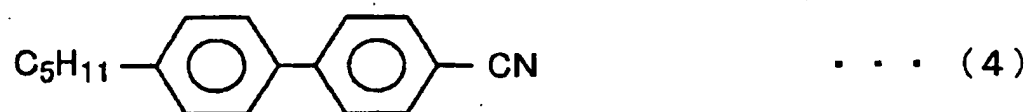
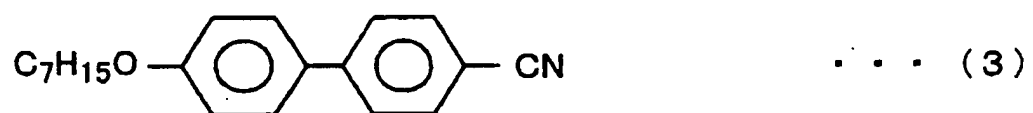
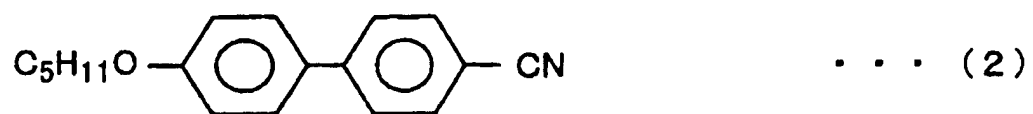
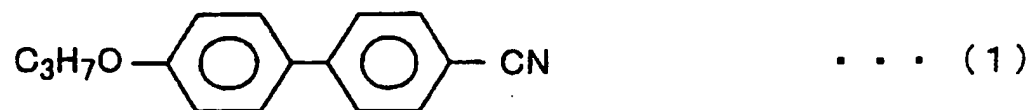
As matter in which the Pockels effect is shown, although organic solid materials, such as a hexamine, etc. are mentioned, it is not limited especially, for example. As the above-mentioned liquid crystallinity matter, the various organic materials and inorganic material in which the Pockels effect is shown can be used.

[0075]

Moreover, although the liquid crystallinity matter shown by following structure-expression (1) - (7) is mentioned as matter in which the Kerr effect is shown, it is not limited especially.

[0076]

[Formula 1]



[0077]

The liquid crystallinity matter in which the liquid crystallinity matter shown with a structure

expression (1) is shown with 3OCB (4-cyano-4'-n-propyloxy biphenyl) and a structure expression (2) The liquid crystallinity matter shown with 5OCBs (4-cyano-4'-n-pentyloxy biphenyl) and a structure expression (3) The liquid crystallinity matter shown with 7OCBs (4-cyano-4'-n-heptyloxy biphenyl) and a structure expression (4) The liquid crystallinity matter shown with 5CB(s) (4-cyano-4'-n-pentyl biphenyl) and a structure expression (5) The liquid crystallinity matter shown with 3HPFF(s) (1, 2-difluoro-4-[transformer-4-(transformer-4-n-propyl cyclohexyl) cyclohexyl] benzene) and a structure expression (6) The liquid crystallinity matter shown with 5HPFF(s) (1, 2-difluoro-4-[transformer-4-(transformer-4-n-pentyl cyclohexyl) cyclohexyl] benzene) and a structure expression (7) They are 7HPFF(s) (1, 2-difluoro-4-[transformer-4-(transformer-4-n-heptylcyclohexyl) cyclohexyl] benzene).

[0078]

The Kerr effect is observed in a transparent medium to incident light. For this reason, the matter in which the Kerr effect is shown is used as a transparent medium. Usually, the liquid crystallinity matter shifts to the isotropic phase which has random orientation with a molecular level from a liquid crystal phase with short-distance order in connection with a temperature rise. That is, the Kerr effect of the liquid crystallinity matter is a phenomenon looked at by the liquid of the isotropic phase condition beyond liquid crystal phase [not a nematic phase but]-isotropic phase temperature, and the above-mentioned liquid crystallinity matter is used as a transparent dielectric liquid.

[0079]

Dielectric liquids, such as liquid crystallinity matter, will be in an isotropic phase condition, so that the operating environment temperature (whenever [stoving temperature]) by heating is high. therefore, in using dielectric liquids, such as liquid crystallinity matter, as the above-mentioned medium In order to use this dielectric liquid in the state of a transparent liquid to transparence, i.e., the light For example, heating means, such as a heater which is not illustrated, are formed around (1) medium layer 3. May heat the above-mentioned dielectric liquid with this heating means beyond the clearing point, may use, and (2) By the thermal radiation from a back light, heat conduction (the above-mentioned back light and a circumference drive circuit function as a heating means in this case) from a back light and/or a circumference drive circuit, etc., the above-mentioned dielectric liquid may be heated beyond that clearing point, and may be used. Moreover, a sheet-like heater (heating means) may be pasted together as a heater to at least the (3) above-mentioned substrate 1 and one side of 2, and you may heat and use for predetermined temperature at them. Furthermore, in order to use the above-mentioned dielectric liquid in the state of transparence, the clearing point may use an ingredient lower than the operating-temperature-limits minimum of the above-mentioned display device.

[0080]

As for the above-mentioned liquid crystallinity matter, it is desirable to include the liquid crystallinity matter, and when using the liquid crystallinity matter as the above-mentioned liquid crystallinity matter, although it is the transparent liquid in which an isotropic phase is shown, it is macroscopically desirable [this liquid crystallinity matter] to include the cluster which is the molecule ensemble who has the short-distance order microscopically arranged in the fixed direction. In addition, since the above-mentioned liquid crystallinity matter is used in the transparent condition to the light, the above-mentioned cluster is also used in the transparent (directions [target / optical]) condition to the light.

[0081]

For this reason, the above-mentioned display device as are mentioned above, and temperature control may be performed using heating means, such as a heater, and it is indicated by the patent reference 2 The medium layer 3 may be divided and used for a subsegment using polymeric materials etc. The diameter of the above-mentioned liquid crystallinity matter being referred to as 0.1 micrometers or less etc. for example, the above-mentioned liquid crystallinity matter It may consider as the minute drop let which has a path smaller than the wavelength of light, and you may carry out by controlling dispersion of light using the liquid crystallinity compound in which it considers as a transparence condition or a transparent isotropic phase is shown at operating environment temperature (room temperature) etc. Dispersion of the diameter

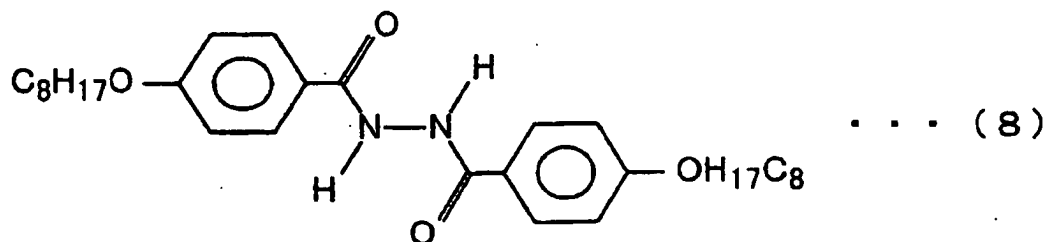
of the above-mentioned liquid crystallinity matter and light when the path (major axis) of a cluster is still smaller than 0.1 micrometers or less, i.e., the wavelength of light, (incident light wavelength) can be disregarded. For this reason, if the path of the above-mentioned cluster is 0.1 micrometers or less, for example, the above-mentioned cluster is also transparent to the light.

[0082]

In addition, the above-mentioned liquid crystallinity matter is not limited to the matter to which it is indicated that the Pockels effect or the Kerr effect mentioned above. For this reason, the above-mentioned liquid crystallinity matter may have the order structure where the array of a molecule has the cubic symmetry of the scale below the wavelength of light (for example, nano-scale), and you may have the cubic phase (nonpatent literature 2 and 4, 7 reference) which looks isotropic optically. A cubic phase is the following structure expression (8), for example as liquid crystallinity matter in which it is one of the liquid crystal phases of the liquid crystallinity matter which can be used as the above-mentioned liquid crystallinity matter, and a cubic phase is shown.

[0083]

[Formula 2]



[0084]

It comes out and the BABH8 grade shown is mentioned. If electric field are impressed to such liquid crystallinity matter, distortion will be given to the fine structure and it will become possible to carry out induction of the optical modulation.

[0085]

BABH8 shows the cubic phase which consists of order structure of having the cubic symmetry of the scale below the wavelength of light in a temperature requirement (136.7 degrees C or more and 161 degrees C or less). This BABH8 has the order structure below the wavelength of light, and a good black display can be performed to the bottom of a crossed Nicol in the above-mentioned temperature requirement by the optical isotropy being shown at the time of no electrical-potential-difference impressing.

[0086]

If an electrical potential difference is impressed between electrodes 4-5 (Kushigata electrode) on the other hand, controlling the temperature of the above BABH8 using the heating means described above, for example at 136.7 degrees C or more and 161 degrees C or less, distortion will arise in the structure (order structure) of having cubic symmetric property. That is, in the above-mentioned temperature requirement, the above BABH8 is isotropic in the state of no electrical-potential-difference impressing, and an anisotropy discovers it by electrical-potential-difference impression.

[0087]

Thereby, since a birefringence occurs in the above-mentioned medium layer 3, the above-mentioned display device can perform a good white display. In addition, the direction which a birefringence generates is fixed and the magnitude changes with electrical-potential-difference impression. moreover, the electrical-potential-difference permeability curve which shows the relation of the electrical potential difference and permeability which are impressed between electrodes 4-5 (Kushigata electrode) — a temperature requirement (136.7 degrees C or more

and 161 degrees C or less), about 20 [i.e.,], -- it becomes the curve stabilized in the large temperature requirement K. For this reason, when the above BABH8 is used as the above-mentioned liquid crystallinity matter, temperature control can be performed very easily. That is, since the medium layer 3 which consists of the above BABH8 is a stable phase thermally, rapid temperature dependence is not discovered and it is very easy temperature control.

[0088]

Moreover, filled up with the aggregate in which the liquid crystal molecule carried out orientation to the radial in the size below the wavelength of light as the above-mentioned liquid crystallinity matter, also realizing a system which looks isotropic optically -- possible -- liquid crystal and a particle dispersed system given in a liquid crystal micro emulsion and nonpatent literature 5 given [as the technique.] in nonpatent literature 3 (the mixed stock which made the particle intermingled in a solvent (liquid crystal) --) It is also possible to apply hereafter the technique only described as a liquid crystal particle dispersed system. If electric field are impressed to these, it is possible for distortion to be given to the aggregate of radial orientation and to carry out induction of the optical modulation.

[0089]

In addition, each these liquid crystallinity matter may show liquid crystallinity alone, by mixing two or more matter, liquid crystallinity may be shown and other non-liquid crystallinity matter may be mixed in these matter. Furthermore, the matter of the macromolecule and a liquid crystal dispersed system which is indicated by nonpatent literature 1 is also applicable. Moreover, a gelling agent which is indicated by nonpatent literature 9 may be added.

[0090]

Moreover, as the above-mentioned liquid crystallinity matter, it is desirable to contain a polar molecule, for example, a nitrobenzene etc. is suitable as liquid crystallinity matter. In addition, a nitrobenzene is also a kind of the medium in which the Kerr effect is shown.

[0091]

Although an example of the gestalt of the matter which can be used for below as the above-mentioned liquid crystallinity matter, or this matter is shown, this invention is not limited only to the following instantiation.

[0092]

[Smectic D phase (SmD)]

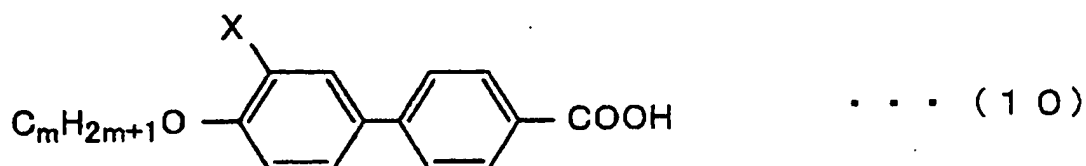
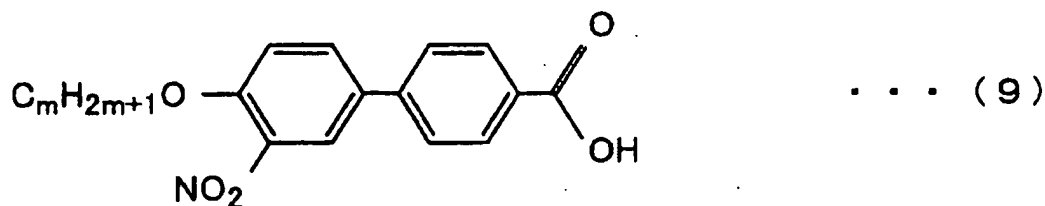
As a smectic D phase (SmD) is one of the liquid crystal phases of the liquid crystallinity matter which can be used as the above-mentioned liquid crystallinity matter and shown in drawing 6 and drawing 7, it has three dimensional grating structure and the lattice constant is below the wavelength of light. That is, a smectic D phase has cubic symmetric property. For this reason, a smectic D phase shows isotropy optically.

[0093]

As liquid crystallinity matter in which a smectic D phase is shown, it is given in nonpatent literature 2 or nonpatent literature 4 general formula [following] (9) - (10), for example.

[0094]

[Formula 3]



[0095]

It comes out and the ANBC16 grade expressed is mentioned. in addition, above-mentioned general formula (9) - (10) — setting — m — the integer of arbitration — in a general formula (9), m= 15 is shown in m= 16 and a general formula (10), and, specifically, X shows two -NO(s).

[0096]

In a 171.0 degrees C - 197.2 degrees C temperature requirement, a smectic D phase discovers the above ANBC16. The smectic D phase forms a three-dimensions-[two or more molecules] grid like a jungle gym (trademark registration), and the lattice constant is below optical wavelength. That is, a smectic D phase has cubic symmetric property. For this reason, a smectic D phase shows isotropy optically.

[0097]

If ANBC16 impresses electric field to ANBC16 in the above-mentioned temperature field which shows a smectic D phase, since a dielectric anisotropy exists in the molecule of ANBC16 itself, a molecule arises in the direction of electric field, and distortion arises in grids structure as the other side. That is, optical anisotropy is discovered to ANBC16. In addition, if it is the matter in which not only ANBC16 but a smectic D phase is shown, it is applicable as liquid crystallinity matter of the display device of the gestalt of this operation.

[0098]

[Liquid crystal micro emulsion]

A liquid crystal micro emulsion is the generic name of the system (mixed stock) which permuted the oil child of an O/W mold micro emulsion (it is the system in which water was dissolved in the form of waterdrop with the surfactant, and an oil serves as a continuous phase into an oil) by the thermotropic liquid crystal molecule proposed in nonpatent literature 3.

[0099]

As an example of a liquid crystal micro emulsion, there is mixed stock of the pentyl cyano biphenyl (5CB) which is indicated by nonpatent literature 3 and which is the thermotropic liquid crystal in which a nematic liquid crystal phase is shown, and the water solution of the didodecyl ammonium star's picture (DDAB) which is the lyotropic (rye OTORO pick) liquid crystal in which an inverted micelle phase is shown, for example. This mixed stock has the structure expressed with a mimetic diagram as shown in drawing 8 and drawing 9.

[0100]

Moreover, the diameter of reversed micelle is [the distance between about 50A and reversed micelle of this mixed stock] about 200A typically. These scales are smaller than the wavelength of light about single figure. Moreover, reversed micelle exists in the three-dimensions space target at random, and 5CB(s) are carrying out orientation to the radial the core [each reversed micelle]. Therefore, this mixed stock shows isotropy optically.

[0101]

And if electric field are impressed to the medium which consists of this mixed stock, since a dielectric anisotropy exists in 5CB, the molecule itself considers as the other side in the direction of electric field. That is, an orientation anisotropy is discovered in the system which were directions [target / optical] since orientation was carried out to the radial the core [reversed micelle], and optical anisotropy is discovered in it. In addition, not only at the above-mentioned mixed stock but at the time of no electrical-potential-difference impressing, isotropy is shown optically, and if it is the liquid crystal micro emulsion which optical anisotropy discovers by electrical-potential-difference impression, it is applicable as liquid crystallinity matter of the display device of the gestalt of this operation.

[0102]

[Lyotropic liquid crystal]

It seems that the main molecule which forms liquid crystal has melted into solvents (water, organic solvent, etc.) with other properties, and also lyotropic (rye OTORO pick) liquid crystal means the liquid crystal of a component system. Moreover, the above-mentioned specific phase is a phase which shows isotropy optically at the time of no electric-field impressing. As such a specific phase, there are a micell phase indicated by nonpatent literature 5, a sponge phase, a cubic phase, and an inverted micelle phase, for example. The classification Fig. of a lyotropic liquid crystal phase is shown in drawing 10.

[0103]

There is matter which discovers a micell phase in the surfactant which is amphiphile. For example, a water solution of a sodium dodecyl sulfate, a water solution of a PAL thymine acid potassium, etc. which are an ionic surfactant form a spherical micell. Moreover, with the mixed liquor of the polyoxyethylene nonylphenyl ether and water which are a nonionic surfactant, when a nonylphenyl radical works as a hydrophobic group and an oxyethylene chain works as a hydrophilic group, a micell is formed. The water solution of a styrene-ethylene oxide block copolymer also forms a micell in others.

[0104]

For example, a molecule carries out packing (a molecular assembly is formed) of the spherical micell to a spatial omnidirection, and it shows the shape of a ball. Moreover, since the size of a spherical micell is below the wavelength of light, it does not show an anisotropy but looks isotropic. However, if electric field are impressed to such a spherical micell, since a spherical micell is distorted, an anisotropy will be discovered. Therefore, the lyotropic liquid crystal which has a spherical micell phase is also applicable as liquid crystallinity matter of the display device of the gestalt of this operation. In addition, the same effectiveness can be acquired even if it uses the micell phase of not only a spherical micell phase but other configurations, i.e., a string-like micell phase, an ellipse-like micell phase, and cylindrical micell equality as liquid crystallinity matter.

[0105]

Moreover, generally it is known that the reversed micelle which the hydrophilic group and the hydrophobic group replaced depending on concentration, temperature, and the conditions of a surfactant will be formed. Such reversed micelle shows the same effectiveness as a micell optically. Therefore, effectiveness equivalent to the case where a micell phase is used is done so by applying an inverted micelle phase as liquid crystallinity matter. In addition, the liquid crystal micro emulsion mentioned above is an example of a lyotropic liquid crystal which has an inverted micelle phase (reversed micelle structure).

[0106]

Moreover, the concentration and the temperature field which show a sponge phase as shown in drawing 10, and a cubic phase exist in the water solution of the pentaethylene glycol-dodecylether which is a nonionic surfactant. Since such a sponge phase and a cubic phase have the order below the wavelength of light, they are the transparent matter. That is, the medium which consists of these phases shows isotropy optically. And if an electrical potential difference is impressed to the medium which consists of these phases, orientation order will change and optical anisotropy will be discovered. Therefore, the lyotropic liquid crystal which has a sponge

phase and a cubic phase is also applicable as liquid crystallinity matter of the display device of the gestalt of this operation.

[0107]

[Liquid crystal particle dispersed system]

Moreover, the liquid crystallinity matter may be the liquid crystal particle dispersed system which made the latex particle with a diameter of about 100A which embellished the front face with the sulfuric-acid radical in the water solution of nonionic surfactant pentaethylene glycol-dodecylether intermingled. Although a sponge phase is discovered in the above-mentioned liquid crystal particle dispersed system, you may be the liquid crystal particle dispersed system which discovers the micell phase mentioned above, a cubic phase, an inverted micelle phase, etc. as liquid crystallinity matter used in the gestalt of this operation. In addition, the same oriented structure as the liquid crystal micro emulsion mentioned above can also be acquired by replacing with the above-mentioned latex particle and using Above DDAB.

[0108]

[DIN DORIMA]

DIN DORIMA is the high branched polymer of the shape of three dimensions which has branching for every monomeric unit. Since DIN DORIMA has much branching, if it becomes the above molecular weight to some extent, it will serve as spherical structure. Since this spherical structure has the order below the wavelength of light, it is the transparent matter, by electrical-potential-difference impression, orientation order changes and optical anisotropy discovers it. Therefore, DIN DORIMA is also applicable as liquid crystallinity matter of the display device of the gestalt of this operation. Moreover, the same oriented structure as the liquid crystal micro emulsion mentioned above can be acquired by replacing with DDAB in the liquid crystal micro emulsion mentioned above, and using above-mentioned DIN DORIMA. Thus, the obtained medium is also applicable as the above-mentioned liquid crystallinity matter.

[0109]

[Cholesteric blue phase]

Moreover, a cholesteric blue phase is applicable as liquid crystallinity matter. In addition, the outline configuration of a cholesteric blue phase is shown in drawing 11.

[0110]

As shown in drawing 11, the cholesteric blue phase forms periodic structure in [a screw axis] three dimension, and it is known that the structure has high symmetric property (for example, 6-nonpatent literature 7 reference). Since the cholesteric blue phase has the order below the wavelength of light, it is the almost transparent matter, by electrical-potential-difference impression, orientation order changes and optical anisotropy discovers it. That is, in order that a cholesteric blue phase may show isotropy in general optically and a liquid crystal molecule may make it the other side in the direction of electric field by electric-field impression, a grid discovers distortion and an anisotropy.

[0111]

In addition, as matter in which a cholesteric blue phase is shown, the constituent which mixes "5CB" (a 4-cyano-4'-pentyl biphenyl, nematic liquid crystal) 47.4% of the weight, and comes to mix "ZLI-4572" (a trade name, chiral dopant by Merck Co.) at 4.4% of the weight of a rate is known 48.2% of the weight in "JC1041" (a trade name, liquid crystal mixture by Chisso Corp.), for example. This constituent shows a cholesteric blue phase in the temperature requirement of 330.7K to 331.8K.

[0112]

[Smectic blue phase]

Moreover, a smectic blue phase is applicable as liquid crystallinity matter. In addition, the outline configuration of a cholesteric blue phase is shown in drawing 11.

[0113]

As shown in drawing 11, since a smectic blue (BPSm) phase has the structure of high symmetric property (for example, nonpatent literature 6, 7 reference) and has the order below the wavelength of light like the KOSUTE rucksack blue phase, it is the almost transparent matter, by electrical-potential-difference impression, orientation order changes and optical

anisotropy discovers it. That is, in order that a smectic blue phase may show isotropy in general optically and a liquid crystal molecule may make it the other side in the direction of electric field by electric-field impression, a grid discovers distortion and an anisotropy.

[0114]

In addition, as matter in which a smectic blue phase is shown, FH/FH/HH-14BTMHC indicated by nonpatent literature 6 is mentioned, for example. By 74.4 degrees C - 73.2 degrees C, this matter shows BPSm2 phase at a BPSm three phase circuit and 73.2 degrees C - 72.3 degrees C, and shows a BPSm plane 1 at 72.3 degrees C - 72.1 degrees C. Since a BPSm phase has the structure of high symmetric property as shown in nonpatent literature 7, the optical isotropy is shown in general. Moreover, if electric field are impressed to matter FH/FH/HH-14BTMHC, when a liquid crystal molecule considers as the other side in the direction of electric field, as for distortion and this matter, a grid will discover an anisotropy. Therefore, this matter can be used as liquid crystallinity matter of the display device of the gestalt of this operation.

[0115]

As mentioned above, the matter which can be used as liquid crystallinity matter in the display device of the gestalt of this operation If only optical anisotropy (whenever [refractive-index and orientation order]) changes with impression of electric field You may be the matter in which the Pockels effect or the Kerr effect is shown. A cubic phase, You may be the lyotropic liquid crystal or liquid crystal particle dispersed system which may consist of a molecule in which it is shown any of a smectic D phase, a cholesteric blue phase, and a smectic blue phase they are, and shows any of a micell phase, an inverted micelle phase, a sponge phase, and a cubic phase. Moreover, the above-mentioned liquid crystallinity matter may be a liquid crystal micro emulsion, DIN DORIMA (DIN DORIMA molecule) and an amphipatic molecule, a copolymer, or polar molecules other than the above.

[0116]

Moreover, as for the above-mentioned liquid crystallinity matter, it is desirable to have the order structure below the wavelength of light (orientation order) at the time of electrical-potential-difference impression or no electrical-potential-difference impressing. If order structure is below the wavelength of light, isotropy is shown optically. Therefore, the display condition at the time of no electrical-potential-difference impressing and electrical-potential-difference impression can certainly be changed by using the liquid crystallinity matter with which order structure becomes below the wavelength of light at the time of electrical-potential-difference impression or no electrical-potential-difference impressing.

[0117]

The non-liquid crystal matter and two or more kinds of liquid crystallinity matter with which isotropic phase-liquid crystal phase phase transition temperature differs are contained in the above-mentioned medium A. And the above-mentioned medium has the optical isotropy at temperature lower than the isotropic phase-liquid crystal phase phase transition temperature of each above-mentioned liquid crystallinity matter. So, isotropic phase-liquid crystal phase phase transition becomes broadcloth, and the effect of a medium by electric field decreases. Therefore, according to this invention, the display device from which driver voltage required for electric-field impression immediately after isotropic phase-liquid crystal phase phase transition does not change a lot is realizable.

[0118]

Specifically, the above "temperature lower than the isotropic phase-liquid crystal phase phase transition temperature of each liquid crystallinity matter" means temperature slightly lower than isotropic phase-liquid crystal phase phase transition temperature, for example, the temperature of -0.1K.

[0119]

Moreover, if it is the liquid crystallinity matter with which isotropic phase-liquid crystal phase phase transition temperature becomes broadcloth as mentioned above as the above-mentioned liquid crystallinity matter, it will not be limited especially. For example, it is desirable that the various molecular weight distributions in the above-mentioned liquid crystallinity matter use the thing of 200-500. When molecular weight distribution are lower than 200, since isotropic phase-

liquid crystal phase phase transition temperature becomes lower than a room temperature and it is hard coming to show a liquid crystal phase, it is not desirable practically. Moreover, when molecular weight distribution are higher than 500, since isotropic phase-liquid crystal phase phase transition temperature becomes higher than 100 degrees C and it is hard coming to show a liquid crystal phase, it is not desirable practically.

[0120]

Moreover, it is desirable that distribution of the various isotropic phase-liquid crystal phase phase transition temperature in the above-mentioned liquid crystallinity matter uses a thing 20 degrees C or more. When isotropic phase-liquid crystal phase phase transition temperature is lower than 20 degrees C, since it is easy to evaporate the liquid crystallinity matter also at the temperature of room temperature extent, it takes place [component change of the medium A according the above-mentioned medium A to liquid crystallinity matter volatilization after preparation / tend] and is not desirable.

[0121]

Moreover, it is desirable that fluorine liquid crystal and cyano liquid crystal are contained in the above-mentioned liquid crystallinity matter. the large chemical structure of the dipole moment is included like a fluorine system or cyano liquid crystal — the liquid crystallinity matter — a dipole-dipole interaction — doing — for this reason, isotropic phase-liquid crystal phase phase transition temperature — broadcloth — **

[0122]

The liquid crystallinity matter hereafter shown by above-mentioned structure-expression (1) - (3) as the above-mentioned liquid crystallinity matter with the gestalt of this operation, Namely, although what was mixed 17 % of the weight (Chisso Corp. make) of fluorine system liquid crystal mixture JC-1041XX(s) shall be used for what carried out equivalent mixing of 3OCB, 5OCB, and the 7OCB, respectively As the above-mentioned liquid crystallinity matter, it is not limited to this, and if it conforms to the conditions mentioned above, the mixture of the various matter itself or various matter is applicable.

[0123]

Moreover, in addition to the above-mentioned liquid crystallinity matter, in the display device of the gestalt of this operation, the above-mentioned medium A comes to contain a chiral agent. A chiral agent can be mutually twisted with the molecule which adjoins in the liquid crystallinity matter, and takes structure. And the energy of the interaction between the molecules in the liquid crystallinity matter becomes low, the liquid crystallinity matter can be twisted spontaneously, and takes structure, and structure stabilizes it. So, near the isotropic phase-liquid crystal phase phase transition temperature, a rapid structural change cannot break out easily, the liquid crystal phase which has the optical isotropy is discovered, and the medium A containing a chiral agent does the effectiveness of reducing phase transition temperature. As such a chiral agent, ZLI-4572 (Merck Co. make), C15 (Merck Co. make), CN (Merck Co. make), CB15 (Merck Co. make), etc. are mentioned, for example. Moreover, by the display device of the gestalt of this operation, the above-mentioned liquid crystallinity matter may show chiral nature.

[0124]

Moreover, in the display device of the gestalt of this operation, the above-mentioned medium A comes to contain the non-liquid crystallinity matter further. The non-liquid crystallinity matter is inferior to compatibility in mixing to the above-mentioned liquid crystallinity matter. And since the above-mentioned non-liquid crystallinity matter can weaken the mutual restraint between the components of the liquid crystallinity matter, it becomes easy about orientation change of the liquid crystallinity matter, and can reduce more driver voltage required for electric-field impression. Although it will not be especially limited if it is the matter which weakens the mutual restraint between the components of the liquid crystallinity matter as such non-liquid crystallinity matter, alcohols and the non-polar matter are also mentioned as a polar solvent and an example, for example.

[0125]

Especially, in mixing with the liquid crystallinity matter, compatibility is slightly inferior in the non-polar matter. So, in packing within the quality of mixture in Medium A, since it is

comparatively hard to be influenced of a dipole interaction etc., mutual restraint of the component of the liquid crystallinity matter is weakened. Therefore, orientation change of a liquid crystallinity matter molecule becomes easier to take place, and the effectiveness that driver voltage falls is done so. Although it will not be especially limited if it is the matter which weakens mutual restraint of the component of the liquid crystallinity matter as such non-polar matter, straight chain alkanes, such as n-dodecane, n-octane, and n-Deccan, benzene, the ether, etc. are mentioned, for example.

Moreover, in Medium A, although the concentration of the chiral agent in the above-mentioned medium A will not be especially limited if it is the concentration which can stabilize the structure of the liquid crystallinity matter, its 1 - 15 % of the weight is desirable, and especially 3 - 10 % of the weight is desirable [concentration], for example. However, the concentration of the chiral agent in the above-mentioned medium A can be suitably set up according to the class of chiral agent, the configuration of a display device, or a design.

[0126]

Moreover, in Medium A, although the concentration of the non-polar matter in the above-mentioned medium A will not be especially limited if it is the concentration which can weaken mutual restraint of the component of the liquid crystallinity matter, its 0.5 - 10 % of the weight is desirable, and especially 1 - 6 % of the weight is desirable [concentration], for example. However, the concentration of the non-polar matter in the above-mentioned medium A can be suitably set up according to the class of non-polar matter, the configuration of a display device, or a design.

[0127]

According to the gestalt of this operation, ITO was used as the above-mentioned electrode 4-5, thickness (namely, distance between substrates 1-2) of the line breadth of 5 micrometers, the inter-electrode distance of 5 micrometers, and the medium layer 3 was set to 5 micrometers, and the above-mentioned medium earnest desire object was used as a medium A. and the exterior -- warming -- permeability was able to be changed by equipment's (heating means') maintaining the above-mentioned medium mixture at the temperature near right above [of a nematic isotropic phase / phase transition] (temperature slightly higher than phase transition temperature, for example, +0.1K), and performing electrical-potential-difference impression. In addition, the above-mentioned medium A shows an isotropic phase at a nematic phase and the temperature beyond it with the temperature of less than 54 degrees C.

[0128]

Next, drawing 3 (a) - (b), drawing 4 , and drawing 5 (a) - (g) is made reference, and the display principle in the display device of the gestalt of this operation is explained below.

[0129]

In addition, by the following explanation, at the time of no electric-field impressing, the display device of a transparency mold is used as the above-mentioned display device, and it is a method of ** suitably, and the method of ** and the case where an optical anisotropy is used by electric-field impression are mentioned as an example, and are mainly explained mostly optically. However, this invention is not limited to this.

[0130]

Drawing 3 (a) is the important section top view showing typically the configuration of the display device of the gestalt of this operation in electric-field the condition of not impressing (OFF condition), and drawing 3 (b) is the important section top view showing typically the configuration of the display device of the gestalt of this operation in an electric-field impression condition (ON condition). In addition, the configuration in 1 pixel [in / in drawing 3 (a) - (b) / the above-mentioned display device] shall be shown, and illustration is omitted about the configuration of the expedient top of explanation, and the opposite substrate 21.

[0131]

Furthermore, drawing 4 is a graph which shows the relation of the applied voltage and the permeability in the display device shown in drawing 1 (a) - (b). Drawing 5 (a) - (g) moreover, the difference in the display principle of the display device which displays using change of the optical anisotropy by impression of electric field, and the conventional liquid crystal display component

It is the sectional view typically shown in the configuration (the configuration of the cut end of an index ellipsoid shows) and its direction of a main shaft of an average index ellipsoid of the medium at the time of no electrical-potential-difference impressing and electrical-potential-difference impressing (OFF condition) (ON condition). Drawing 5 (a) The sectional view at the time (OFF condition) of no electrical-potential-difference impressing [of the display device as which - (g) displays it on order using change of the optical anisotropy by impression of electric field], The sectional view at the time of electrical-potential-difference impressing of this display device (ON condition), the sectional view at the time of no electrical-potential-difference impressing [of the liquid crystal display component of TN (Twisted Nematic) method], The sectional view at the time of electrical-potential-difference impressing of the liquid crystal display component of this TN method, the sectional view at the time of no electrical-potential-difference impressing [of the liquid crystal display component of VA (Vertical Alignment) method], The sectional view at the time of electrical-potential-difference impressing of the liquid crystal display component of this VA method, the sectional view at the time of no electrical-potential-difference impressing [of the liquid crystal display component of an IPS (In Plane Switching) method], and the sectional view at the time of electrical-potential-difference impressing of the liquid crystal display component of this IPS method are shown.

[0132]

Generally, the refractive index in the matter is not isotropic and changes with directions. the direction (substrate side inboard) where the anisotropy of this refractive index is parallel to a substrate side — and the opposite direction of two electrodes 4-5, a direction (the direction of a substrate normal) perpendicular to a substrate side, and a direction (substrate side inboard) parallel to a substrate side — and — if a direction perpendicular to the opposite direction of two electrodes 4-5 is made into x, y, and the direction of z, respectively — the rectangular coordinate system (X1, X2, X3) of arbitration — using — the following relational expression (1)

[0133]

[Equation 1]

$$\sum_{ij} \left(\frac{1}{n_{ij}^2} \right) X_i X_j = 1 \quad \dots (1)$$

[0134]

(2 $n_{ji}=n_{ij}$, $i, j=1, 3$)

It comes out and is shown by the ellipsoid (index ellipsoid) expressed (for example, nonpatent literature 12 reference). Here, when the above-mentioned relational expression (1) is rewritten using the system of coordinates (Y1, Y2, Y3) of the direction of a main shaft of an ellipsoid, it is the following relational expression (2).

[0135]

[Equation 2]

$$\frac{Y_1^2}{n_1^2} + \frac{Y_2^2}{n_2^2} + \frac{Y_3^2}{n_3^2} = 1 \quad \dots (2)$$

[0136]

It is come out and shown. n_1 , n_2 , and n_3 (it is hereafter described as n_x , n_y , and n_z) are called the principal indices of refraction, and they are equivalent to the one half of the die length of

three main shafts in an ellipsoid. Considering the light wave which advances in the direction perpendicular to the field of $Y_3=0$ from a zero, this light wave has a polarization component in the direction of Y_1 and Y_2 , and the refractive indexes of each component are n_x and n_y , respectively. the light which generally advances in the direction of arbitration — receiving — a zero — a passage — a field perpendicular to the travelling direction of a light wave — an index ellipsoid — it is considered a cut end, and the direction of a main shaft of this ellipse is the direction of a component of polarization of a light wave, and the one half of the die length of a main shaft is equivalent to the refractive index of that direction.

[0137]

First, about the difference of a display principle with the display device which displays using change of the optical anisotropy by impression of electric field, and the conventional liquid crystal display component, as a conventional liquid crystal display component, TN method, VA method, and an IPS method are held for an example, and are explained.

[0138]

Drawing 5 (c) As shown in — (d), the liquid crystal display component of TN method The liquid crystal layer 105 is pinched between the substrates 101.102 of the pair by which opposite arrangement was carried out. Although it has the configuration in which the transparent electrode 103-104 (electrode) is formed on both the above-mentioned substrates 101-102, respectively, and the direction of a major axis of the liquid crystal molecule in the liquid crystal layer 105 is twisted spirally and orientation is carried out at the time of no electrical-potential-difference impressing At the time of electrical-potential-difference impression, the direction of a major axis of the above-mentioned liquid crystal molecule carries out orientation along the direction of electric field. In this case, as are shown in drawing 5 (c) at the time of no electrical-potential-difference impressing, and average index ellipsoid 105a which can be set turns to the direction (substrate side inboard) where that direction of a main shaft (the direction of a major axis) is parallel to a substrate side and shows it to drawing 5 (d) at the time of electrical-potential-difference impression, that direction of a main shaft turns to the direction of a substrate side normal. That is, the direction of a main shaft changes in the time of no electrical-potential-difference impressing and electrical-potential-difference impression, without the configuration of index ellipsoid 105a changing (index ellipsoid 105a rotates).

[0139]

As shown in — (f), as for the liquid crystal display component of VA method, the liquid crystal layer 205 is pinched between the drawing 5 (e) substrates 201.202 of the pair by which opposite arrangement was carried out. the direction of a major axis of a liquid crystal molecule [in / it has the configuration equipped with the transparent electrode (electrode) 203-204 on both the above-mentioned substrates 201-202, respectively, and / in the time of no electrical-potential-difference impressing / the liquid crystal layer 205] — a substrate side — receiving — abbreviation, although orientation is carried out in the perpendicular direction At the time of electrical-potential-difference impression, the direction of a major axis of the above-mentioned liquid crystal molecule carries out orientation in the direction perpendicular to electric field. In this case, at the time of no electrical-potential-difference impressing, average index ellipsoid 205a which can be set turns to the direction (substrate side inboard) where that direction of a main shaft is parallel to a substrate side at the time of electrical-potential-difference impression, as are shown in drawing 5 (e), and that direction of a main shaft (the direction of a major axis) turns to the direction of a substrate side normal and shows drawing 5 (f). That is, in the case of the liquid crystal display component of VA method as well as the liquid crystal display component of TN method, the direction of a main shaft changes in the time of no electrical-potential-difference impressing and electrical-potential-difference impression, without the configuration of index ellipsoid 205a changing (index ellipsoid 205a rotates).

[0140]

Moreover, as the liquid crystal display component of an IPS method is shown in drawing 5 (f) - (g) By an electrical potential difference being impressed to the liquid crystal layer by which one pair of electrodes 302-303 were pinched between the opposite substrates which have the configuration by which opposite arrangement was carried out and are not illustrated with the

above-mentioned electrode 302-303 on the same substrate 301. The direction of orientation of the liquid crystal molecule in the above-mentioned liquid crystal layer (the direction of a main shaft of index ellipsoid 305a (the direction of a major axis)) can be changed, and a display condition which is different in the time of no electrical-potential-difference impressing and electrical-potential-difference impression can be realized now. That is, the direction of a main shaft changes in the time of the electrical-potential-difference impression which is shown at the time of no electrical-potential-difference impressing [which is shown like the liquid crystal display component of TN method and VA method at drawing 5 (f)], and drawing 5 (g) also in the case of the liquid crystal display component of an IPS method, without the configuration of index ellipsoid 305a changing (index ellipsoid 305a rotates).

[0141]

Thus, the liquid crystal molecule is carrying out orientation in a certain direction also in the time of no electrical-potential-difference impressing, and it is expressing as the conventional liquid crystal display component by changing the direction of orientation by impressing an electrical potential difference (modulation of permeability). That is, although the configuration of an index ellipsoid does not change, it shows using the direction of a main shaft of an index ellipsoid rotating by electrical-potential-difference impression (change). That is, whenever [orientation order / of a liquid crystal molecule] is fixed, and expresses as the conventional liquid crystal display component by changing the direction of orientation (modulation of permeability).

[0142]

On the other hand, the display devices also including the display device of the gestalt of this operation which display using change of the optical anisotropy by impression of electric field. Drawing 5 (a) As shown in - (b), the configurations of index ellipsoid 3a at the time of no electrical-potential-difference impressing are directions [globular shape /, i.e., an optical target etc.,] (whenever [$n_x=n_y=n_z$ and orientation order] = 0), and an anisotropy ($n_x>n_y$ and orientation order whenever > 0) discovers them by impressing an electrical potential difference. In addition, the above n_x , n_y , and n_z — a direction (substrate side inboard) respectively parallel to a substrate side — and a direction (substrate side inboard) parallel to the principal indices of refraction of the opposite direction of two electrodes 4-5, the principal indices of refraction of a direction (the direction of a substrate normal) perpendicular to a substrate side, and a substrate side — and the principal indices of refraction of a direction perpendicular to the opposite direction of two electrodes 4-5 are expressed.

[0143]

Thus, the display device of the gestalt of this operation displays, when the direction of optical anisotropy modulates for example, whenever [orientation order] by regularity (the electrical-potential-difference impression direction does not change), and display principles differ greatly as the conventional liquid crystal display component.

[0144]

As shown in drawing 3 (a), since the medium A (medium layer 3) enclosed between substrate 1 and 2 shows an isotropic phase and serves as a method of ** also optically, the display device of the gestalt of this operation becomes a black display in the condition of not impressing the electrical potential difference to an electrode 4 and 5.

[0145]

On the other hand, since orientation will be carried out so that each molecule of the above-mentioned medium A may meet the electric field by which the direction of a major axis is formed between the above-mentioned electrode 4 and 5 if an electrical potential difference is impressed to an electrode 4 and 5 as shown in drawing 3 (b), a birefringence phenomenon is discovered. This birefringence phenomenon enables it to modulate the permeability of a display device according to the electrical potential difference between electrodes 4-5.

[0146]

In addition, although an electrical potential difference required in order to modulate the permeability of a display device in temperature sufficiently far from phase transition temperature (transition point) becomes large, immediately, at temperature right above, it is an electrical potential difference before and behind 0 - 100V, and the thing of the transition point for which

permeability is fully modulated becomes possible.

[0147]

For example, when the refractive index of the direction of electric field and the refractive index of a direction perpendicular to the direction of electric field are made into $n//$ and n^{**} , respectively according to nonpatent literature 4 and nonpatent literature 8, the relation between birefringence change ($\Delta n = n// - n^{**}$), and the external electric field (V/m) E , i.e., electric field, is the following relational expression (3).

$$\Delta n = \lambda B_k - E^2 \quad (3)$$

It is come out and expressed. In addition, λ is [a Kerr constant (m/V^2) and E of the wavelength (m) of the incident light in the inside of a vacuum and B_k] impression field strength (V/m).

[0148]

It is known that Kerr constant B will decrease with the function which is proportional to $1/(T - T_{ni})$ with the rise of temperature (T). For this reason, though Kerr constant B can be driven with weak field strength near the transition point (T_{ni}), while temperature (T) rises, rapidly required field strength increases. for this reason — although an electrical potential difference required in order to modulate permeability becomes large at temperature (temperature higher enough than the transition point) sufficiently far from the transition point — the temperature of phase transition right above — about 100 — permeability can fully be modulated on V or less electrical potential difference.

[0149]

Furthermore, when a power source is switched on in the display equipped with the display device which used for the display medium the medium A which optical anisotropy discovers by impression of electric field, and ambient temperature is low, the above-mentioned medium A does not reach the temperature which should be driven essentially, but it is mentioned that the physical condition of Medium A may differ from the condition that it should have essentially at the time of a component drive. For example, when the above-mentioned medium A must drive essentially in the state of the isotropic phase of the phase-transition-temperature right above of a nematic-isotropic phase (it may be still reverser), it may be a low-temperature nematic state from the above-mentioned phase transition temperature at the power up. In this case, non-electric-field impression also has optical anisotropy, and if nematic, light is made penetrated by that optical anisotropy, when isotropic state must attain a black display essentially in the state of no electric-field impressing. Therefore, a good black display becomes impossible to such a case, and contrast will fall to it. Of course, although a display device can be overheated according to a heater or the light source (back light) and a good display can be obtained, it is not easy to raise temperature and to stabilize it in an instant.

[0150]

Then, in the gestalt of this operation, the dielectric thin film (orientation film) with which rubbing processing was performed and which is not illustrated may be formed on each opposed face in a substrate 1-2 if needed. By the above-mentioned dielectric thin film being formed inside one [at least] substrate among the substrates 1-2 of a top Norikazu pair, the degree of the order of the above-mentioned orientation can be raised and the bigger electro-optical effect, for example, the bigger Kerr effect, can be acquired.

[0151]

as the above-mentioned dielectric thin film — respectively — an organic thin film — you may be — an inorganic thin film — you may be — the above-mentioned orientation effect — it can even obtain — when carrying out and the above-mentioned dielectric thin film is formed with an organic thin film although not limited especially, since a good orientation effect is shown, it is more desirable to use an organic thin film as the above-mentioned dielectric thin film. Polyimide is extremely stable and reliable also in such an organic thin film, and since the extremely excellent orientation effect is shown, the display device which shows the better display engine performance to the above-mentioned dielectric thin film material by using polyimide can be offered.

[0152]

Especially the thickness is not limited that what is necessary is just to form the above-mentioned dielectric thin film among the substrates 1-2 of the above-mentioned pair on the inside 1 of one [at least] substrate, for example, the above-mentioned substrate, so that the above-mentioned Kushigata electrode 4-5 may be covered. Moreover, along with ctenidium partial 4a and 5a of the above-mentioned Kushigata electrode 4-5, as for the dielectric thin film prepared on the above-mentioned substrate 1, and the dielectric thin film prepared on the substrate 2, rubbing processing is mutually performed to hard flow.

[0153]

Moreover, there is no optical contribution by the medium by which the nematic liquid crystal phase which deposited when the temperature which ambient temperature should be lower than the above-mentioned transition point to a power up for example, and Medium A should drive essentially was not reached differs from the condition at the time of the drive of original [liquid crystal phase / above-mentioned / , i.e. physical condition, / nematic] at the display device of the gestalt of this operation in order to carry out orientation to polarizing plate absorption shaft orientations in this case, the direction of orientation (processing) in the above-mentioned orientation film and. Consequently, it can also set, by the time the temperature of a display device rises with a heater and a back light, and a good black display can be realized.

[0154]

Namely, even if an optical anisotropy is discovered at the time of no electrical-potential-difference impressing according to the gestalt of this operation Level orientation processing of the direction which is parallel or intersects perpendicularly with one polarizing plate absorption shaft is performed to the mutual opposite front face in the above-mentioned pixel substrate 11 and the opposite substrate 12. The optical contribution can be vanished by carrying out in the direction which is parallel or intersects perpendicularly with the above-mentioned polarizing plate absorption shaft, the direction of orientation, i.e., direction, of the optical anisotropy. That is, in the gestalt of this operation, orientation of Medium A and the molecule which constitutes this medium A strictly of a substrate interface is carried out along the direction of orientation (processing) in the above-mentioned orientation processing at the temperature of under component drive temperature by level orientation processing being performed to the opposed face front face of the opposite substrate 12 in the above-mentioned pixel substrate 11.

[0155]

Moreover, according to the display device of the gestalt of this operation, even if it arrived at the desired drive temperature field, the leakage of the light at the time of the black display by the molecule which stuck to the substrate interface was not observed, but was able to realize high contrast. Consequently, the display device which contrast did not fall and was excellent in high-speed responsibility and an angle-of-visibility property can be obtained.

[0156]

what carried out equivalent mixing of the liquid crystallinity matter shown by above-mentioned structure-expression (1) - (3), i.e., 3OCB, 5OCB, and the 7OCB as the above-mentioned medium A with the gestalt of this operation hereafter, respectively -- fluorine system liquid crystal mixture JC-1041XX (Chisso Corp. make) -- 17 % of the weight and a chiral agent -- what added n-dodecane for ZLI-4572 (Merck Co. make) 2% of the weight 3% of the weight was used. What is not limited to this, applied the mixture of the various matter itself mentioned above as liquid crystallinity matter or various matter as the above-mentioned medium A, and added a chiral agent and the non-polar matter to this may be used.

[0157]

the above-mentioned display device -- setting -- the exterior -- warming -- permeability was able to be changed by equipment's (heating means') maintaining the above-mentioned medium mixture at the temperature near right above [of a nematic isotropic phase / phase transition] (temperature slightly higher than phase transition temperature, for example, +0.1K), and performing electrical-potential-difference impression. Moreover, when electrical-potential-difference impression was performed, the applied voltage which can obtain the maximum permeability was 46V. In addition, the isotropic phase-liquid crystal phase phase transition temperature of Medium A was 54 degrees C at this time. That is, the above-mentioned medium

A shows an isotropic phase at a nematic phase and the temperature beyond it with the temperature of less than 54 degrees C.

[0158]

Here, in the display device which has the configuration mentioned above for the comparison, what added ethyl alcohol 0.1% of the weight was used for what mixed the liquid crystallinity matter shown by the above-mentioned structure expression (2) and (4), i.e., 5OCB, and 5CB 90% of the weight 10% of the weight as a medium A, respectively (it considers as the example of a comparison hereafter). At this time, the isotropic phase-liquid crystal phase phase transition temperature of Medium A was 59 degrees C. moreover, this display device -- setting -- the exterior -- warming -- as a result of equipment's (heating means') maintaining the above-mentioned medium mixture at the temperature near right above [of a nematic isotropic phase / phase transition] (temperature slightly higher than phase transition temperature, for example, +0.1K) and performing electrical-potential-difference impressing, the applied voltage which can obtain the maximum permeability was 53V. Moreover, at the temperature lower than the phase transition temperature of the liquid crystallinity matter in the display device of the example of a comparison, Medium A did not show the optical isotropy at the time of no electrical-potential-difference impressing. So, in the display device of the example of a comparison, the optical leakage considered to be the defect structure origin had arisen. Moreover, driver voltage was changing a lot bordering on the phase transition of an isotropic phase-liquid crystal interphase.

[0159]

Thus, the applied voltage from which isotropic phase-liquid crystal phase phase transition temperature is a little low, and the maximum permeability is obtained unlike the display device of the example of a comparison in the display device of the gestalt of this operation was small. Moreover, as for the display device of the gestalt of this operation, driver voltage did not change a lot near the isotropic phase-liquid crystal phase phase transition. That is, unlike the display device of the example of a comparison, in the display device of the gestalt of this operation, the fall of driver voltage was realizable not only for the fall of phase transition temperature but coincidence.

[0160]

Moreover, in the display device of the example of a comparison, driver voltage was going up as temperature became high especially from phase transition temperature bordering on the phase transition temperature of an isotropic phase-low temperature side liquid crystal phase. On the other hand, by the display device of the gestalt of this operation, the hypothermic phase directly under an isotropic phase showed the optical isotropy. Namely, at temperature lower than the phase transition temperature of the liquid crystallinity matter, Medium A showed the optical isotropy at the time of no electrical-potential-difference impressing. Furthermore, driver voltage required for orientation change does not change a lot bordering on the phase transition temperature of an isotropic phase-low temperature side liquid crystal phase. This means that temperature dependence is small to the effect are influenced by electric field [near the phase transition]. If it furthermore says, it is shown to change of the rate of tropism by the Kerr effect which changes by the square of electric field that it is more extremely stable than the example of a comparison.

[0161] When 3OCB, 5OCB, 7OCB, and fluorine system liquid crystal mixture JC-1041XX mix this in the medium A of the display device of the gestalt of this operation, the phase transition to the isotropic phase-liquid crystal phase in a simple substance came to have lapped with mixture, and phase transition is considered to have become broadcloth, respectively. Consequently, a structural change did not take place rapidly, either but **** liquid crystal phases [target / optical] discovered it.

[0162]

Generally compared with low-molecular, the phase transition point of a macromolecule is not clear. In a macromolecule, this has molecular weight distribution, and since lap doubling of various phase transition temperature corresponding to the distribution becomes the phase transition temperature of the whole macromolecule, it becomes indefinite. The phase transition point became less clear [by the same effectiveness] also in the gestalt of this operation.

[0163]

With the gestalt of this operation, since Medium A comes to contain a chiral agent, if it can twist mutually with the molecule which adjoins in the liquid crystallinity matter and structure is taken, the energy of an intermolecular interaction will become low. Therefore, a chiral agent can be twisted spontaneously and takes structure. That is, with the gestalt of this operation, can twist the phase transition which became broadcloth beforehand by chiral agent installation, structure is made to discover, the structure is stabilized, and phase transition becomes broadcloth more. For this reason, it is thought that driver voltage was able to be made smaller.

[0164]

Moreover, Medium A comes to contain the dodecane which is the non-polar matter further. In mixing to the liquid crystallinity matter, compatibility is slightly inferior in the non-polar matter. So, in packing within the mixture of Medium A, there is an operation which uses a system as software more and weakens mutual restraint of a component. Therefore, orientation change is made easier and it is thought that it is affected so that driver voltage may become lower as a result. With the gestalt of this operation, it is made small to extent which does not almost have the change to the electric field in isotropic phase-liquid crystal phase phase transition, and it is thought by adding the non-liquid crystallinity matter on it that the rise of an electrical potential difference required for an optical modulation can be suppressed.

[Availability on industry]

[0165]

The display device of this invention is a display device excellent in the wide-field-of-view angle property and the high-speed response characteristic, for example, can be widely applied to the image display device with which information terminals, such as OA equipment, such as image display devices, such as television and a monitor, a word processor (word processor), and a personal computer, or a video camera, a digital camera, and a cellular phone, etc. are equipped. Moreover, since the display device of this invention has a wide-field-of-view angle property and a high-speed response characteristic, and can reduce liquid crystal phase-isotropic phase phase transition temperature, and can stabilize the Kerr effect and can reduce driver voltage as described above, it is suitable also for a big screen display or animation display.

[Brief Description of the Drawings]

[0166]

[Drawing 1] (a) is the sectional view showing typically the outline configuration of the important section of the display device of one gestalt of operation of this invention in electrical-potential-difference the condition of not impressing, and (b) is the sectional view showing typically the outline configuration of the important section of the display device of one gestalt of this operation in an electrical-potential-difference impression condition.

[Drawing 2] It is drawing explaining the relation of the electrode structure and the polarizing plate absorption shaft in the display device of one gestalt of operation of this invention.

[Drawing 3] (a) is the sectional view showing typically the medium of the above-mentioned display device in electrical-potential-difference the condition of not impressing, and (b) is the sectional view showing typically the medium of the above-mentioned display device in an electrical-potential-difference impression condition.

[Drawing 4] It is the graph which shows the relation of the applied voltage and the permeability in the above-mentioned display device.

[Drawing 5] It is the sectional view showing typically the difference in the display principle of the above-mentioned display device and the conventional liquid crystal display component in the configuration and its direction of a main shaft of an average index ellipsoid of the medium at the time of no electrical-potential-difference impressing and electrical-potential-difference impression. (a) is a sectional view at the time of no electrical-potential-difference impressing [of the display device concerning the gestalt of this operation]. (b) is a sectional view at the time of electrical-potential-difference impression of the display device concerning the gestalt of this operation. (c) is a sectional view at the time of no electrical-potential-difference impressing [of the liquid crystal display component of TN method], and (d) is a sectional view at the time of electrical-potential-difference impression of the liquid crystal display component of TN

method. (f) is a sectional view at the time of electrical-potential-difference impression of the liquid crystal display component of VA method, (e) is a sectional view at the time of no electrical-potential-difference impressing [of the liquid crystal display component of VA method], and (h) is [(g) is a sectional view at the time of no electrical-potential-difference impressing / of the liquid crystal display component of an IPS method /, and] a sectional view at the time of electrical-potential-difference impression of the liquid crystal display component of an IPS method.

[Drawing 6] It is the mimetic diagram showing the structure of the cubic symmetry in a smectic D phase with a load network model.

[Drawing 7] It is the mimetic diagram showing the structure of the cubic symmetric property in a smectic D phase.

[Drawing 8] It is the mimetic diagram showing an example of the inverted micelle phase mixed stock of a liquid crystal micro emulsion.

[Drawing 9] It is the mimetic diagram showing other examples of the inverted micelle phase mixed stock of a liquid crystal micro emulsion.

[Drawing 10] It is the classification Fig. of a lyotropic liquid crystal phase.

[Drawing 11] It is the mimetic diagram showing the various structures of the medium of the display device of this invention.

[Description of Notations]

[0167]

- 1 Substrate
- 2 Substrate
- 3 Medium Layer
- 4 Electrode (Electric-Field Impression Means)
- 4a Ctenidium part
- 5 Electrode (Electric-Field Impression Means)
- 5a Ctenidium part
- 6 Polarizing Plate
- 7 Polarizing Plate
- 11 Pixel Substrate (Substrate)
- 12 Opposite Substrate (Substrate)
- 45c, 45d The electric-field impression direction
- A Medium

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[0166]

[Drawing 1] (a) is the sectional view showing typically the outline configuration of the important section of the display device of one gestalt of operation of this invention in electrical-potential-

difference the condition of not impressing, and (b) is the sectional view showing typically the outline configuration of the important section of the display device of one gestalt of this operation in an electrical-potential-difference impression condition.

[Drawing 2] It is drawing explaining the relation of the electrode structure and the polarizing plate absorption shaft in the display device of one gestalt of operation of this invention.

[Drawing 3] (a) is the sectional view showing typically the medium of the above-mentioned display device in electrical-potential-difference the condition of not impressing, and (b) is the sectional view showing typically the medium of the above-mentioned display device in an electrical-potential-difference impression condition.

[Drawing 4] It is the graph which shows the relation of the applied voltage and the permeability in the above-mentioned display device.

[Drawing 5] It is the sectional view showing typically the difference in the display principle of the above-mentioned display device and the conventional liquid crystal display component in the configuration and its direction of a main shaft of an average index ellipsoid of the medium at the time of no electrical-potential-difference impressing and electrical-potential-difference impression. (a) is a sectional view at the time of no electrical-potential-difference impressing [of the display device concerning the gestalt of this operation]. (b) is a sectional view at the time of electrical-potential-difference impression of the display device concerning the gestalt of this operation. (c) is a sectional view at the time of no electrical-potential-difference impressing [of the liquid crystal display component of TN method], and (d) is a sectional view at the time of electrical-potential-difference impression of the liquid crystal display component of TN method. (f) is a sectional view at the time of electrical-potential-difference impression of the liquid crystal display component of VA method, (e) is a sectional view at the time of no electrical-potential-difference impressing [of the liquid crystal display component of VA method], and (h) is [(g) is a sectional view at the time of no electrical-potential-difference impressing / of the liquid crystal display component of an IPS method /, and] a sectional view at the time of electrical-potential-difference impression of the liquid crystal display component of an IPS method.

[Drawing 6] It is the mimetic diagram showing the structure of the cubic symmetry in a smectic D phase with a load network model.

[Drawing 7] It is the mimetic diagram showing the structure of the cubic symmetric property in a smectic D phase.

[Drawing 8] It is the mimetic diagram showing an example of the inverted micelle phase mixed stock of a liquid crystal micro emulsion.

[Drawing 9] It is the mimetic diagram showing other examples of the inverted micelle phase mixed stock of a liquid crystal micro emulsion.

[Drawing 10] It is the classification Fig. of a lyotropic liquid crystal phase.

[Drawing 11] It is the mimetic diagram showing the various structures of the medium of the display device of this invention.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

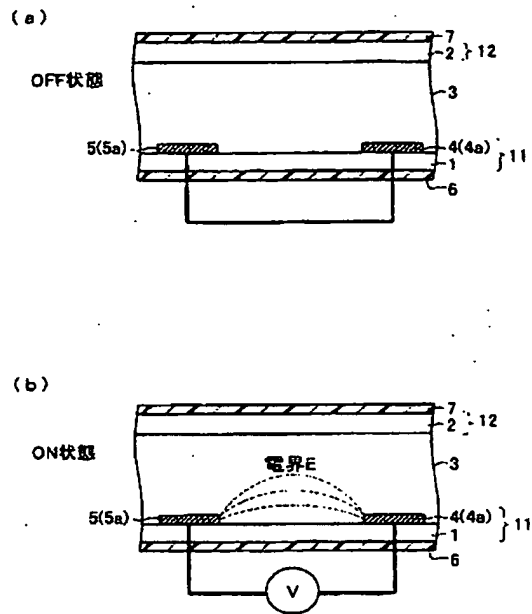
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

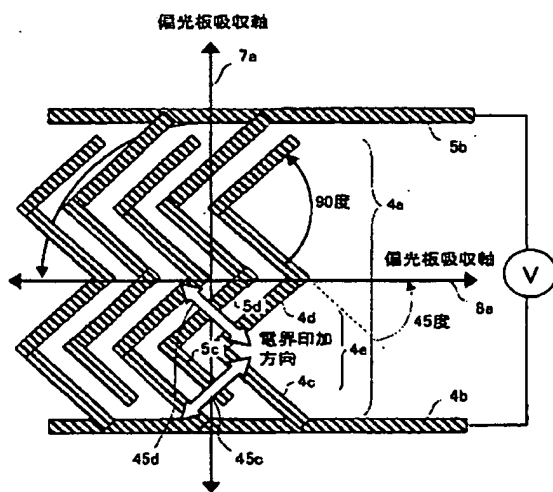
3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

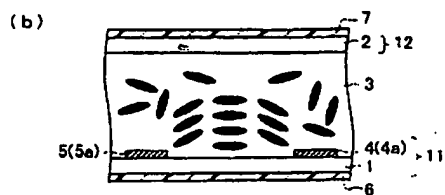
[Drawing 1]



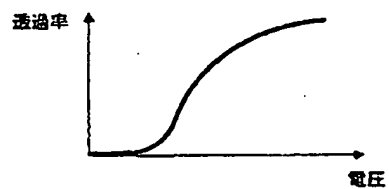
[Drawing 2]



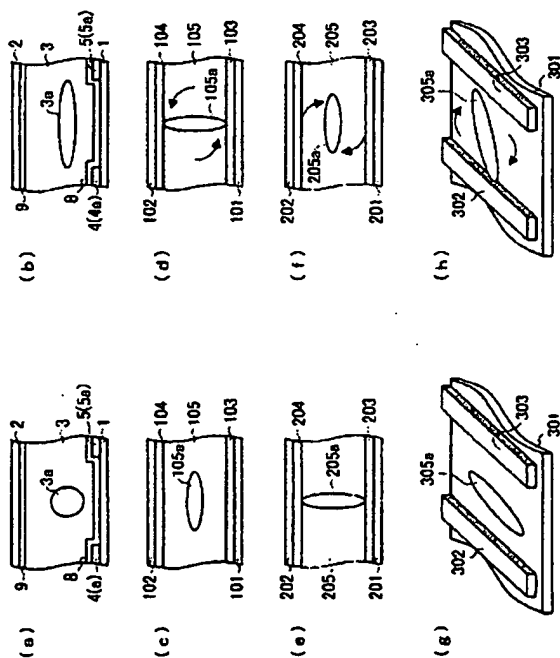
[Drawing 3]



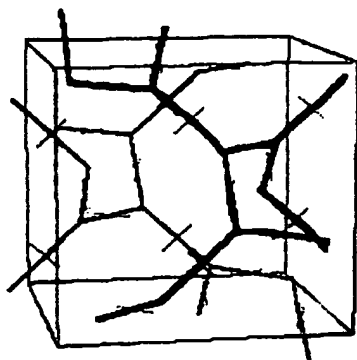
[Drawing 4]



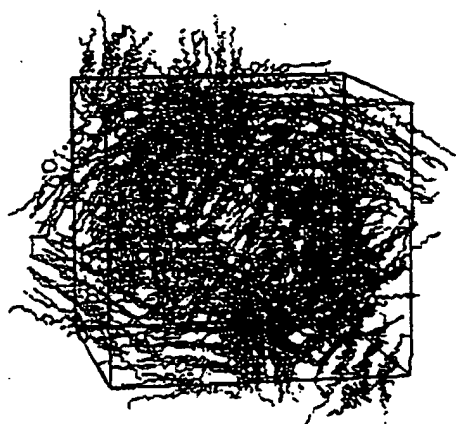
[Drawing 5]



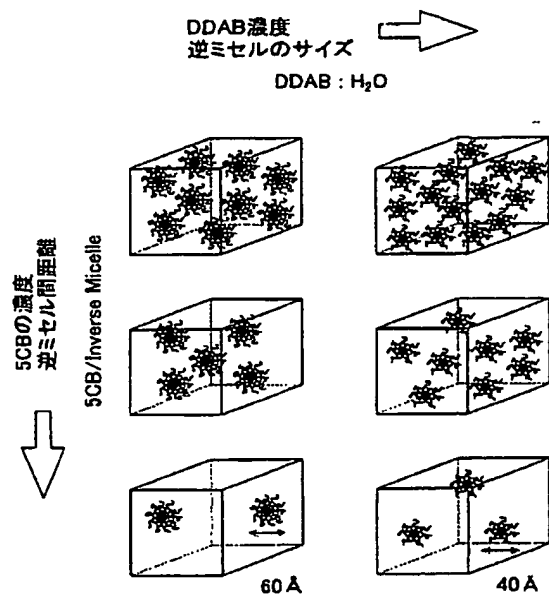
[Drawing 6]



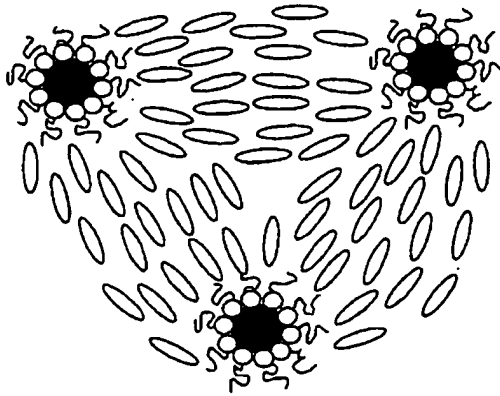
[Drawing 7]



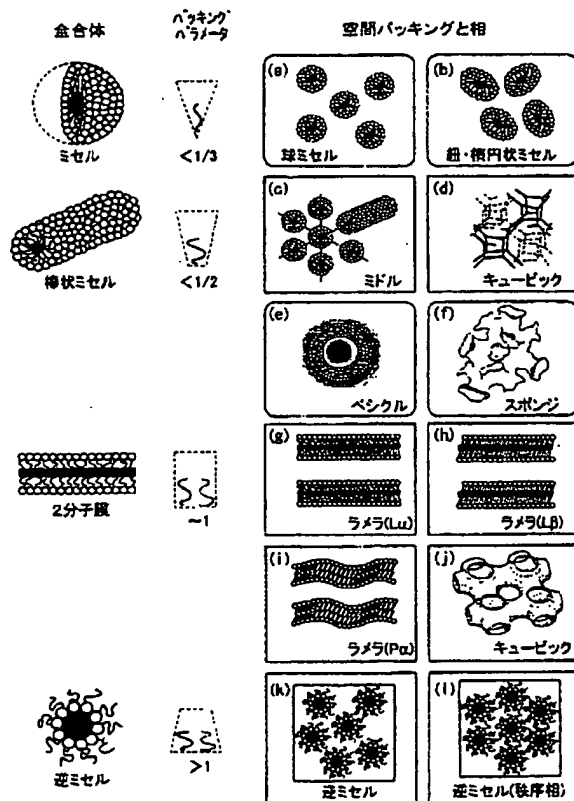
[Drawing 8]



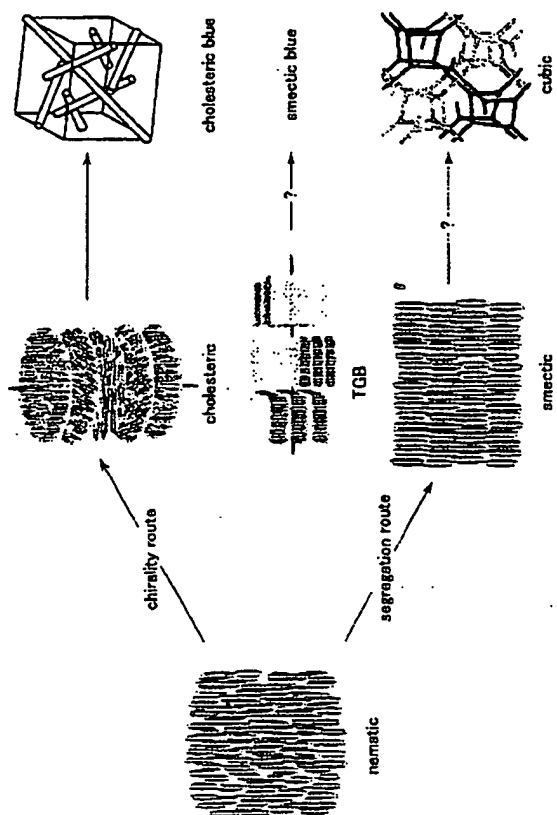
[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Drawing 11]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-316013

(P2005-316013A)

(43) 公開日 平成17年11月10日(2005. 11. 10)

(51) Int. Cl.⁷

G02F 1/137
G02F 1/1343
G02F 1/139

F 1

G02F 1/137
G02F 1/137 500
G02F 1/1343
G02F 1/139

テーマコード(参考)

2H088
2H092

審査請求 未請求 請求項の数 22 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号

特願2004-131991 (P2004-131991)

(22) 出願日

平成16年4月27日(2004. 4. 27)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(74) 代理人 100080034

弁理士 原 謙三

(74) 代理人 100113701

弁理士 木島 隆一

(74) 代理人 100116241

弁理士 金子 一郎

(72) 発明者 芝原 靖司

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

(72) 発明者 宮地 弘一

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示素子

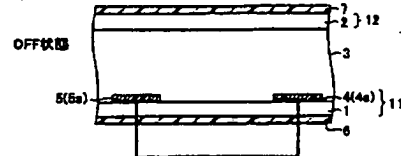
(57) 【要約】

【課題】 液晶相・等方相相転移温度を低下させてカー効果を安定化し、かつ、駆動電圧を低減し得る表示素子を提供する。

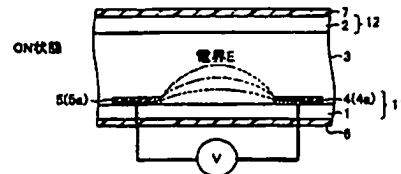
【解決手段】 本発明の表示素子は、少なくとも一方が透明な基板1・2と、当該基板1・2に挟持された媒質層3と当該媒質層3に電界を印加する電極4・5とを備えた表示素子において、上記媒質層3中の媒質が、液晶性物質とカイラル剤と無極性物質とを含んでなる。それゆえ、上記媒質は、液晶性物質の等方相・液晶相相転移温度近傍では、急激な構造変化が起こらず、相転移温度を低下させるという効果を奏する。また、無極性物質は、液晶性物質の構成分子の相互の束縛を弱める。それゆえ、液晶性物質分子の配向変化がより起こり易くなり、駆動電圧が下がるという効果を併せて奏する。したがって、液晶相・等方相相転移温度を低下させてカー効果を安定化し、かつ、駆動電圧を低減し得る表示素子を実現できる。

【選択図】 図1

(a)



(b)



【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも一方が透明な一对の基板と、当該一对の基板間に挟持され、電界の印加により光学的異方性が変化する媒質とを備えた表示素子であって、

上記媒質は、非液晶性物質と、

等方相-液晶相転移温度が互いに異なる少なくとも2種類の液晶性物質とを含み、かつ、

上記各液晶性物質の等方相-液晶相転移温度よりも低い温度で光学的等方性を有することを特徴とする表示素子。

【請求項2】

上記媒質は、さらに、カイラル剤を含むことを特徴とする請求項1に記載の表示素子。

【請求項3】

少なくとも一方が透明な一对の基板と、当該一对の基板に挟持され、電界印加により光学的異方性が変化する媒質とを備えた表示素子であって、

上記媒質は、等方相-液晶相転移温度が互いに異なる少なくとも2種類の液晶性物質と、非液晶性物質と、カイラル剤とを含むことを特徴とする表示素子。

【請求項4】

上記非液晶性物質が無極性物質であることを特徴とする請求項1または3に記載の表示素子。

【請求項5】

上記電界印加手段は、上記一对の基板の一方の基板における他方の基板との対向面側に設けられ、かつ、櫛歯部分が互いに噛み合う方向に対向配置された、少なくとも一对の櫛形電極を備えることを特徴とする請求項1または3に記載の表示素子。

【請求項6】

上記櫛歯部分が、楔型形状を有することを特徴とする請求項1または3に記載の表示素子。

【請求項7】

上記楔型形状の折れ曲がり部分のなす角度が、 $90^\circ \pm 20^\circ$ 未満であることを特徴とする請求項1または3に記載の表示素子。

【請求項8】

上記一对の基板のうち少なくとも一方の基板に、配向膜が形成されていることを特徴とする請求項1または3に記載の表示素子。

【請求項9】

上記配向膜が、有機薄膜であることを特徴とする請求項8に記載の表示素子。

【請求項10】

上記配向膜が、ポリイミドからなることを特徴とする請求項8に記載の表示素子。

【請求項11】

上記配向膜の少なくとも一方には、水平配向処理が施されていることを特徴とする請求項8に記載の表示素子。

【請求項12】

上記液晶性物質は、電界無印加時に光学的等方性を示し、電圧の印加により光学的異方性を示すことを特徴とする請求項1または3に記載の表示素子。

【請求項13】

上記液晶性物質は、電界無印加時に光学的異方性を示し、電圧の印加により光学的等方性を示すことを特徴とする請求項1または3に記載の表示素子。

【請求項14】

上記液晶性物質は、電圧無印加時に光の波長以下の配向秩序を有していることを特徴とする請求項1または3に記載の表示素子。

【請求項15】

上記液晶性物質が、キュービック対称性を示す秩序構造を有することを特徴とする請求項1または3に記載の表示素子。

【請求項16】

上記液晶性物質が、キュービック相またはスメクチックD相を示す分子からなることを特徴とする請求項1または3に記載の表示素子。

【請求項17】

上記液晶性物質が、液晶マイクロエマルジョンからなることを特徴とする請求項1または3に記載の表示素子。

【請求項18】

上記液晶性物質が、ミセル相、逆ミセル相、スポンジ相、またはキュービック相を示すリオトロピック液晶からなることを特徴とする請求項1または3に記載の表示素子。

【請求項19】

上記液晶性物質が、ミセル相、逆ミセル相、スポンジ相、またはキュービック相を示す液晶微粒子分散系からなることを特徴とする請求項1または3に記載の表示素子。

【請求項20】

上記液晶性物質が、デンドリマーからなることを特徴とする請求項1または3に記載の表示素子。

【請求項21】

上記液晶性物質が、コレステリックブルー相を示す分子からなることを特徴とする請求項1または3に記載の表示素子。

【請求項22】

上記液晶性物質が、スメクチックブルー相を示す分子からなることを特徴とする請求項1または3に記載の表示素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、表示素子に関するものであり、より詳細には、高速応答性並びに広視野の表示性能を有する表示素子に関するものである。

【背景技術】

【0002】

液晶表示素子は、各種表示素子のなかでも、薄型で軽量であり、かつ、消費電力の小さい表示素子である。このため、液晶表示素子は、テレビやビデオ等の画像表示装置、モニター、ワードプロセッサ（ワープロ）、パーソナルコンピュータ等のOA機器に広く用いられている。

【0003】

このような液晶表示素子の液晶表示方式（表示モード）としては、従来、例えば、ネマチック液晶を用いたTN（ツイステッドネマチック）モードや、強誘電性液晶（FLC）あるいは反強誘電性液晶（AFLC）を用いた表示モード、高分子分散型液晶表示モード等が知られている。

【0004】

このなかでも、例えば、TNモードの液晶表示素子が実用化されている。しかしながら、このTNモードの液晶表示素子には、応答が遅い、視野角が狭い等の欠点があり、これら欠点は、CRT（cathode ray tube）を凌駕する上で大きな妨げとなっている。

【0005】

また、FLCまたはAFLCを用いた表示モードの液晶表示素子は、応答が速いという利点を有しているものの、耐ショック性、温度特性等の面で大きな欠点があり、広く実用化されるまでには至っていない。

【0006】

さらに、高分子分散型液晶表示モードの液晶表示素子は、光散乱を利用したものであり、偏光板を必要とせず、高輝度表示が可能である。しかしながら、この高分子分散型液晶表示モードの液晶表示素子は、画像表示の応答特性の面で課題を有している。それゆえ、

高分子分散型液晶表示モードの液晶表示素子は、TNモードの液晶表示素子よりも優れた液晶表示素子であるとはいいがたい。

【0007】

これら液晶表示素子では、何れも、液晶分子が一定方向に整列した状態にあり、液晶分子に対する角度によって見え方が異なるため、視角制限がある。また、これら表示方式は、何れも、電界印加による液晶分子の回転を利用するものであり、液晶分子が整列したまま揃って回転するため、応答に時間を要する。なお、FLCやAFLCを用いた表示モードの液晶表示素子の場合、応答速度や視野角の面では有利であるが、外力による非可逆的な配向破壊が問題となる。

【0008】

一方、電界印加による分子の回転を利用するこれら液晶表示素子に対して、電界印加により光学的異方性が変化する物質、特に、電気光学効果による配向分極、または、電子分極を示す物質を用いた液晶表示素子が提案されている。

【0009】

ここで、電気光学効果とは物質の屈折率が外部電界によって変化する現象のことをいう。電気光学効果には、電界の一次に比例する効果と二次に比例する効果とがあり、それぞれポッケルス効果、カー効果と呼ばれている。

【0010】

特にカー効果を示す物質は、高速の光シャッターへの応用が早くから進められており、特殊な計測機器への実用化がなされている。カー効果は、1875年にJ. Kerr (カー) によって発見されたものである。これまでに、カー効果を示す材料としては、ニトロベンゼンや二硫化炭素等の有機液体等の材料が知られており、これら材料は、例えば、上記した光シャッターの他に、電力ケーブル等の高電界強度測定等に利用されている。

【0011】

その後、液晶材料が大きなカー定数を有することが示され、光変調素子、光偏光素子、さらには光集積回路応用に向けての基礎検討が行われ、上記ニトロベンゼンの200倍を超えるカー定数を示す液晶化合物も報告されている。

【0012】

このような状況において、カー効果の表示装置への応用が検討され始めている。カー効果を示す物質の屈折率は、印加された電界の2次に比例する。カー効果を示す物質の配向分極とし、印加された電界の2次に比例する。このため、カー効果を示す物質を配向分極として用いた場合、ポッケルス効果を示す物質を配向分極として用いた場合に比べ、相対的に低電圧駆動を見込むことができる。さらに、カー効果を示す物質は、本質的に、数マイクロ秒～数ミリ秒の応答特性を示すため、高速応答表示装置への応用が期待される。

【0013】

このような状況の中、カー効果の安定性が、カー効果を示す物質の表示素子への応用に当たって、大きな課題となっている。すなわち、カー効果は、等方相の状態を観察されるが、液晶相・等方相転移温度近傍で最大となる。そして、カー効果は、液晶相・等方相転移温度から温度が上昇するとともに、急激に減少することが知られており、実用上大きな問題となっている。それゆえ、このような液晶相・等方相転移温度よりも高い温度におけるカー効果の急激な変動を安定化することが課題となっている。

【0014】

このようなカー効果の安定性に関する課題に対して、例えば特許文献1の表示装置では、カー効果を示す物質にエチルアルコール等の分子を添加することにより、液晶相・等方相転移温度を低下させ、カー効果を安定化させている。

【特許文献1】特開2001-249363号公報(2001年9月14日)

【非特許文献1】Shiro Matsumoto, 外3名, 「Fine droplets of liquid crystals in a transparent polymer and their response to an electric field」, Appl. Phys. Lett., 1996年8月, vol. 69, No. 8, p. 1044-1046

【非特許文献2】斉藤一弥, 外1名, 「光学的に等方性である珍しいサーモトロピック液晶

の熱力学」, 液晶, 2001年, 第5巻, 第1号, p.20-27

【非特許文献3】山本潤, 「液晶マイクロエマルジョン」, 液晶, 2000年, 第4巻, 第3号, p.248-254

【非特許文献4】D.Demus、外3名編, 「Handbook of Liquid Crystals Low Molecular Weight Liquid Crystal」, Wiley-VCH, 1998年, vol. 2B, p.887-900

【非特許文献5】山本潤, 「液晶科学実験講座第1回: 液晶相の同定: (4) リオトロピック液晶」, 液晶, 2002年, 第6巻, 第1号, p.72-83

【非特許文献6】Eric Grelet、外3名, 「Structural Investigations on Smectic Blue Phases」, PHYSICAL REVIEW LETTERS, The American Physical Society, 2001年4月23日, vol. 86, No. 17, p3791-3794

【非特許文献7】米谷 慎, 「分子シミュレーションでナノ構造液晶相を探る」, 液晶, 2003年, 第7巻, 第3号, p.238-245

【非特許文献8】山本涼一、外1名, 「有機電気光学材料」, National Technical Report, 1976年12月, vol. 22, No. 6, p.826-834

【非特許文献9】Takashi Kato、外2名, 「Fast and High-Contrast Electro-optical Switching of Liquid-Crystalline Physical Gels: Formation of Oriented Microphase-Separated Structures」, Adv. Funct. Mater., 2003年4月, vol. 13, No. 4, p313-317

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

特許文献1の表示装置では、液晶相-等方相相転移温度を低下させることには有効である。しかしながら、その反面、特許文献1の表示装置は、駆動電圧の上昇を引き起こすという問題を有している。

【0016】

すなわち、特許文献1の表示装置では、媒質にエチルアルコールを添加することにより、液晶相-等方相相転移温度を低下させることが可能になる。しかしながら、この液晶相-等方相相転移温度の低下に伴いカー定数の低下も引き起こされる。そして、このカー定数の低下により、表示装置を駆動する電圧が増大してしまうという問題を有する。

【0017】

本発明は、上記従来の問題点に鑑みなされたものであって、その目的は、液晶相-等方相相転移温度を低下させてカー効果を安定化し、かつ、駆動電圧を低減し得る表示素子を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0018】

本発明の表示素子は、上記の課題を解決するために、少なくとも一方が透明な一对の基板と、当該一对の基板間に挟持され、電界の印加により光学的異方性が変化する媒質とを備えた表示素子であって、上記媒質は、非液晶性物質と、等方相-液晶相相転移温度が互いに異なる少なくとも2種類の液晶性物質とを含み、かつ、上記各液晶性物質の等方相-液晶相相転移温度よりも低い温度で光学的等方性を有することを特徴としている。

【0019】

上記の構成によれば、上記媒質には、非液晶物質と、等方相-液晶相相転移温度が互いに異なる少なくとも2種類の液晶性物質とが含まれている。上記液晶性物質は、上記各液晶性物質の等方相-液晶相相転移温度よりも低い温度で光学的等方性を有するので、等方相-液晶相相転移がブロードになり、電場による影響が少なくなり、等方相-液晶相相転移直後の電界印加に必要な駆動電圧が大きく変化することがない。

【0020】

また、非液晶性物質は、上記液晶性物質への混合において、相溶性に劣る。そして、上記非液晶性物質は、液晶性物質の構成分子間の相互の束縛を弱めることができるので、液晶性物質の配向変化が容易になり、電界印加に必要な駆動電圧をより低減することができ

る。

【0021】

以上のように、上記の構成によれば、液晶相-等方相相転移温度を低下させてカー効果を安定化し、かつ、駆動電圧を低減し得る表示素子を実現できる。

【0022】

また、本発明の表示素子では、上記媒質は、さらに、カイラル剤を含むことが好ましい。

【0023】

カイラル剤は、液晶性物質において隣接する分子と互いにねじれ構造をとる。そして、液晶性物質中の分子間の相互作用のエネルギーが低くなり、液晶性物質は、自発的にねじれ構造を取り、構造が安定化する。それゆえ、上記媒質は、液晶性物質の等方相-液晶相相転移温度近傍では、急激な構造変化が起こらず、上記液晶性物質における、異なる等方相-液晶相相転移温度を近似させることができるという効果を奏する。

【0024】

本発明の表示素子は、上記の課題を解決するために、少なくとも一方が透明な一対の基板と、当該一対の基板に挟持され、電界印加により光学的異方性が変化する媒質とを備えた表示素子であって、上記媒質は、等方相-液晶相相転移温度が互いに異なる少なくとも2種類の液晶性物質と、非液晶性物質と、カイラル剤とを含むことを特徴としている。

【0025】

また、本発明の表示素子では、上記非液晶性物質は、非極性物質であることが好ましい。

【0026】

上記の構成によれば、無極性物質は、上記媒質における分子集合体において、双極子相互作用等の影響を比較的受けやすいため、配向変化が起こりやすくなり、光学変調に必要な駆動電圧の上昇を抑えることができる。

【0027】

以上のように、上記の構成によれば、液晶相-等方相相転移温度を低下させてカー効果を安定化し、かつ、駆動電圧を低減し得る表示素子を実現できる。

【0028】

また、本発明の表示素子では、上記電界印加手段は、上記一対の基板における媒質側に設けられ、かつ、櫛歯部分が互いに噛み合う方向に対向配置された、少なくとも一対の櫛形電極を備えることが好ましい。

【0029】

上記の構成によれば、上記電界印加手段は、少なくとも1対の櫛形電極であって、上記一対の基板における媒質側に設けられ、かつ、櫛歯部分が互いに噛み合う方向に対向配置されている。上記櫛形電極における櫛歯部分が、互いに噛み合うように配置されていることで、櫛形電極による電界は、基板に略平行な電界になる。それゆえ、上記の構成によれば、櫛形電極が基板に略平行な電界を媒質に印加するので、駆動電圧の低減された表示素子を実現できる。なお、上記「櫛形電極」とは、複数の電極（櫛歯部分）が、1つの電極（櫛根部分）から、その長手方向に対して所定方向に伸長した電極のことをいう。

【0030】

また、本発明の表示素子では、上記櫛歯部分が、楔形状を有することが好ましい。

【0031】

上記「楔形状」とは、櫛歯部分が、所定の角度で折れ曲がった形状のことをいう。上記構成によれば、このような櫛形電極における楔形状の櫛歯部分が、互いに噛み合うように対向配置されているので、この櫛形電極により生成される電界は、電界印加方向が少なくとも2方向になる。

【0032】

それゆえ、上記の構成によれば、電界印加方向が少なくとも2方向存在することで、上記媒質の光学的異方性の方向が異なる媒質ドメインが存在する。このため、上記表示素子

において視野角特性が向上するという効果を奏する。

【0033】

また、本発明の表示素子では、上記楔型形状の折れ曲がり部分のなす角度が、 $90^\circ \pm 20^\circ$ であることが好ましい。

【0034】

「鋸歯形状の折れ曲がり部分のなす角度」とは、櫛歯部分が折れ曲がった角度のことをいう。それゆえ、上記の構成によれば、上記楔型形状の折れ曲がり部分のなす角度が、 $90^\circ \pm 20^\circ$ 、すなわち $70^\circ \sim 110^\circ$ であるので、媒質の光学異方性の方向が互いにほぼ直交する($90^\circ \pm 20^\circ$ の角度をなす)媒質ドメインが存在する。それゆえ、各媒質ドメインにおける斜め視角の色つき現象を互いに補償しあうことが可能になる。したがって、透過率を損なうことなく、視野角特性をより向上させることができる表示素子を実現できる。

【0035】

また、本発明の表示素子では、上記一对の基板のうち少なくとも一方の基板に、配向膜が形成されていることが好ましい。また、上記配向膜が、有機薄膜であることがさらに好ましく、ポリイミドからなることが特に好ましい。

【0036】

上記の構成によれば、上記媒質の上記配向膜との界面付近における、媒質の配向方向を所望の方向に確実に規定することができる。上記の構成によれば、上記媒質に液晶相を発現させた状態において、上記媒質を構成する分子を、所望の方向に確実に配向させることができる。特に、上記配向膜の少なくとも一方には、水平配向処理が施されていることが尚好ましい。

【0037】

また、上記液晶性物質は、電界無印加時に光学的等方性を示し、電圧の印加により光学的異方性を示すものであってもよく、電界無印加時に光学的異方性を示し、電圧の印加により光学的等方性を示すものであってもよい。

【0038】

上記何れの構成においても、電界の印加により、電界無印加時と電界印加時とで上記液晶性物質の屈折率楕円体の形状を変化させることができる。それゆえ、光学的異方性の方向は一定のままで、光学的異方性(配向秩序度、屈折率)の程度を変化させることにより表示を行なうことができる。したがって、上記の何れの構成においても、広視野角特性及び高速応答性を有する表示素子を実現することができるという効果を奏する。

【0039】

また、上記液晶性物質は、電圧無印加時に光の波長以下の配向秩序を有するものであってもよい。

【0040】

配向秩序が光の波長以下であれば、光学的に等方性を示す。それゆえ、電圧無印加に配向秩序が光の波長以下となる液晶性物質を用いることにより、電圧無印加時における表示状態を確実に異ならせることができるという効果を奏する。

【0041】

また、上記液晶性物質は、キュービック対称性を示す秩序構造を有するものであってもよい。

【0042】

また、上記液晶性物質は、キュービック相またはスメクチックD相を示す分子からなるものであってもよい。

【0043】

また、上記液晶性物質は、液晶マイクロエマルジョンからなるものであってもよい。

【0044】

また、上記液晶性物質は、ミセル相、逆ミセル相、スポンジ相、またはキュービック相を示すリオトロピック液晶からなるものであってもよい。

【0045】
また、上記液晶性物質は、ミセル相、逆ミセル相、スポンジ相、またはキュービック相を示す液晶微粒子分散系からなるものであってもよい。

【0046】
また、上記液晶性物質は、デンドリマーからなるものであってもよい。

【0047】
また、上記液晶性物質は、コレステリックブルー相を示す分子からなるものであってもよい。

【0048】
また、上記液晶性物質は、スメクチックブルー相を示す分子からなるものであってもよい。

【0049】
上記した物質は何れも電界を印加することによって光学的異方性が変化する。従って、上記した物質は何れも上記液晶性物質として用いることができる。

【発明の効果】

【0050】
本発明の表示素子では、以上のように、媒質は、非液晶性物質と、等方相—液晶相相転移温度が互いに異なる少なくとも2種類の液晶性物質とを含み、かつ、上記各液晶性物質の等方相—液晶相相転移温度よりも低い温度で光学的等方性を有する。上記液晶性物質は、上記各液晶性物質の等方相—液晶相相転移温度よりも低い温度で光学的等方性を有するので、等方相—液晶相相転移がブロードになり、電場による影響が少なくなり、等方相—液晶相相転移直後の電界印加に必要な駆動電圧が大きく変化することがない。また、無極性物質は、上記液晶性物質との混合において、相溶性が僅かに劣るので、上記媒質内で液晶相相転移において、液晶性物質の構成分子の相互の束縛を弱める。したがって、液晶性物質分子の配向変化がより起こり易くなり、駆動電圧が下がるという効果を奏する。それゆえ、本発明は、液晶相—等方相相転移温度を低下させてカー効果を安定化し、かつ、駆動電圧を低減し得る表示素子を実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0051】
本発明の実施の一形態について図1～図11に基づいて説明すれば、以下の通りである。

【0052】
図1(a)は、電圧無印加状態(OFF状態)における本実施の形態にかかる表示素子の要部の概略構成を模式的に示す断面図であり、図1(b)は電圧印加状態(ON状態)における本実施の形態にかかる表示素子の要部の概略構成を模式的に示す断面図である。

【0053】
図1(a)・(b)に示すように、本実施の形態の表示素子は、互いに対向して配置された、少なくとも一方が透明な一対の基板(以下、画素基板11および対向基板12と記す)を備え、これら一対の基板間に、光学変調層として、電界の印加により光学変調する媒質(以下、媒質Aと記す)からなる媒質層3が挟持されている構成を有している。また、上記一対の基板の外側、つまり、上記画素基板11および対向基板12の互いの対向面とは反対側の面には、偏光板6・7がそれぞれ設けられている構成を有している。

【0054】
上記画素基板11および対向基板12は、図1(a)・(b)に示すように、例えばガラス基板等の透明な基板1・2をそれぞれ備えている。また、上記画素基板11における基板1の上記基板2との対向面、つまり、上記対向基板12との対向面には、図1(b)に示すように上記基板1に略平行な電界(横向きの電界)を上記媒質層3に印加するための電界印加手段である電極4・5が互いに対向配置されている。

【0055】
上記電極4・5は、例えばITO(インジウム錫酸化物)等の透明電極材料からなり、

本実施の形態では、例えば線幅 $5\mu\text{m}$ 、電極間距離（電極間隔） $5\mu\text{m}$ に設定されている。但し、上記線幅および電極間距離は単なる一例であり、これに限定されるものではない。電極4・5の一例としては、上記媒質層3を印加するとともに、媒質層3の媒質Aを光学変調させることが可能であれば、特に限定されるものではないが、例えば、上記基板1に略平行な電界（横向きの電界）を上記媒質層3に印加する電極が挙げられる。

【0056】

以下、電極4・5の電極構造の一例を図2を参照にして説明する。図2は、本発明の実施の表示素子における電極4・5の構造と偏光板吸収軸との関係を説明する図である。

【0057】

電極4・5は、櫛歯部分4a・5aが楔型形状を有し、かつ、互いに噛み合う方向に対向配置された櫛形電極である。「楔型形状」とは、櫛歯部分4a・5aが、所定の角度（鋸歯角度 α ）で折れ曲がった形状のことをいう。また、櫛歯部分4a・5aは、図2に示すように、楔型形状複数有した形状でもよい。このように、楔型形状を複数有する形状の一例としては、鋸歯形状が挙げられる。

【0058】

ここでいう「櫛形電極」とは、複数の電極（櫛歯部分）4aが、1つの電極（櫛根部分）4bから、その長手方向に対して所定の方向に伸長した電極のことをいう。また、「鋸歯形状」とは、図2に示すように、櫛歯部分が、櫛根部分4bの長手方向に対して遠ざかる方向に、鋸歯角度 α で交互に折れ曲がりながら伸長した形状のことをいう。

【0059】

図2に示すように、電極4は、櫛根部分4bと櫛歯部分4aとからなる。櫛歯部分4aは、櫛根部分4bの長手方向に対して遠ざかる方向に、交互に折れ曲がりながら伸長している。また、櫛歯部分4aは、鋸歯成分4c及び鋸歯成分4dが構成する鋸歯単位4eが連続して伸長した構成になっている。この鋸歯単位4eは、鋸歯成分4cと鋸歯成分4dとが鋸歯角度 α の角度をなすように折れ曲がった構成である。そして、電極4の櫛歯部分4aにおいては、櫛根部分4bの長手方向に対して遠ざかる方向に、等間隔で交互に折れ曲がりながら伸長した構成になっている。

【0060】

また、電極5における櫛歯部分5aも、電極4における櫛歯部分4aと同様に、鋸歯成分5c及び鋸歯成分5dが構成する鋸歯単位5eが連続して伸長した構成になっており、鋸歯単位5eにおける鋸歯成分5cと鋸歯成分5dとが、鋸歯角度 α の角度をなすように折れ曲がった構成である。

【0061】

また、図2に示すように、電極4と電極5とは、それぞれの櫛歯部分4aと櫛歯部分5aとが噛み合うように対向配置されている。すなわち、電極4と電極5とは、櫛歯部分4aにおける鋸歯成分4c及び鋸歯成分4dが、各々櫛歯部分5aにおける鋸歯成分5c及び鋸歯成分5dと平行になるように、対向配置されている。それゆえ、電極4・5に電圧を印加すると、電界印加方向が互いに異なる2つの電界が形成される。すなわち、鋸歯成分4cと鋸歯成分5cとの間の電界（図2の電界印加方向45c）、及び、鋸歯成分4dと鋸歯成分5dとの間の電界（図2の電界印加方向45d）が形成される。

【0062】

また、上記の鋸歯単位4e、及び、鋸歯単位5eは、その形状から、「く」の字型形状を有しているとも言える。それゆえ、上記「鋸歯形状」は、鋸歯単位に相当する「く」の字成分が、櫛根部分の長手方向に対して遠ざかる方向に伸長した形状であるとも言える。また、「櫛歯部分が鋸歯形状」とは、櫛歯部分が「く」の字型形状を有するジグザグ線の形状であるとも言える。

【0063】

また、上記の鋸歯単位4e、及び、鋸歯単位5eは、その形状から、「v」の字の形状を有しているとも言える。それゆえ、上記「鋸歯形状」は、鋸歯単位に相当する「v」の字成分が、櫛根部分の長手方向に対して遠ざかる方向に伸長した形状であるとも言える。

また、「櫛歯部分が鋸歯形状」とは、櫛歯部分が「v」の字型形状を有するジグザグ線の形状であるともいえる。

【0064】

また、図2に示すように、電界印加方向45cと電界印加方向45dとは互いに垂直である。このため、媒質Aの光学異方性の方向が互いに直交する(90度の角度をなす)媒質ドメインが存在し、表示素子において、各媒質ドメインにおける斜め視角の色つき現象を互いに補償しあうことが可能になる。

【0065】

また、本実施の形態では、図1・2に示すように、両基板1・2にそれぞれ設けられた偏光板6・7は、互いに偏光板吸収軸方向が直交するように配置されているとともに、各偏光板6・7における偏光板吸収軸6a・7aは、電極4・5により形成される、上述の2方向の電界印加方向45c・45dに対して45度の角度をなしている。

【0066】

このように、基板1に設けられた電極4・5は、その電界印加方向が、少なくとも2方向になるように設けられている。電界印加方向が少なくとも2方向存在することで、媒質層3で、媒質Aの光学的異方性の方向が異なる媒質ドメインが存在する。このため、上記表示素子において視野角特性が向上するという効果を奏する。また、上記少なくとも2方向の電界印加方向が互いに垂直になるように、電極4・5がもうけられている場合、媒質Aの光学異方性の方向が互いに直交する(90度の角度をなす)媒質ドメインが存在する。このため、表示素子において、各媒質ドメインにおける斜め視角の色つき現象を互いに補償しあうことが可能になる。したがって、透過率を損なうことなく、視野角特性をより向上させることができる表示素子を実現できる。また、媒質Aの光学異方性の方向が互いに直交し、かつ、上記偏光板6・7の偏光板吸収軸6a・7aとの角度が45度の角度をなすように配置されている場合、斜め視角の色付き現象の補償度が増し、視野角特性をさらに向上させる表示素子を実現できる。

【0067】

また、本実施の形態の表示素子において、媒質層3は、図1(b)に示すように電界印加方向に配向秩序度が上昇することにより光学的異方性が発現し、透過率が変化するシャッタ型の表示素子として機能し得る。したがって、互いに直交する偏光板吸収軸方向に対して、その異方性方向は、45度の角度をなす時に最大透過率を与える。なお、媒質Aの各媒質ドメインの光学的異方性が発現する方位が、偏光板吸収軸にそれぞれ $\pm\theta$ (度)の角度に存在するとしたときの透過率(P)は、 $P(\%) = \sin^2(2\theta)$ より見積もられる。それゆえ、上記 θ が45度の時の透過率を100%とすれば、ほぼ90%以上であれば人間の目には最大輝度を有していると感じられることから、上記 θ は、 $35^\circ < \theta < 55^\circ$ であれば、人間の目には最大輝度を有していると感じられる。すなわち、本実施の形態に示すように、電界が例えば基板1に略平行に印加される表示素子では、偏光板吸収軸方向、換言すれば、水平配向処理における配向処理方向(ラビング方向)が、電極4・5による電界印加方向に対して、 $45^\circ \pm 10^\circ$ 未満、より好適には $45^\circ \pm 5^\circ$ 未満、最も好適には45度の角度をなすことで、透過率を最大化することが可能になる。また、上記 θ が、 $35^\circ < \theta < 55^\circ$ であれば、上述の色付き現象の補償に対して、互いの媒質ドメインの領域における輝度が10%程度の差が生じ、人間の目には最大輝度を有していると感じられる。すなわち、本実施の形態に示すように、電界が例えば基板1に略平行に印加される表示素子では、各電界印加方向45c・45dの電界印加により発生する光学的異方性の方向と、上記偏光板6・7の吸収軸6a・7aとがなす角度がそれぞれ約45度($45^\circ \pm 10^\circ$ 未満の範囲内、好適には $45^\circ \pm 5^\circ$ の範囲内、最も好適には45度)であり、かつ、各電界印加方向45c・45dの電界印加により発生する光学的異方性の方向が互いに約90度($90^\circ \pm 20^\circ$ 未満の範囲内、好適には $90^\circ \pm 10^\circ$ の範囲内、最も好適には90度)の角度をなすことが望ましい。

【0068】

上記表示素子は、例えば、上記櫛形電極4・5が設けられた基板1と、基板2とを、図

示しないシール剤により、必要に応じて、例えば図示しないプラスチックビーズやガラスファイバースペース等のスペースを介して貼り合わせ、その空隙に、前記媒質Aを封入することにより形成される。

【0069】

本実施の形態の表示素子における媒質Aは、液晶性物質とカイラル剤と非液晶性物質とを含んでなることを特徴としている。

【0070】

本実施の形態に用いられる上記液晶性物質は、電界を印加することにより、光学的異方性が変化する媒質である。物質中に外部から電界 E_j を加えると、電気変位 $D_{ij} = \epsilon_{ij} \cdot E_j$ を生じるが、そのとき、誘電率 (ϵ_{ij}) にもわずかな変化が見られる。光の周波数では屈折率 (n) の自乗は誘電率と等価であるから、上記液晶性物質は、電界の印加により、屈折率が変化する物質と言うこともできる。

【0071】

このように、本実施の形態の表示素子は、物質の屈折率が外部電界によって変化する現象（電気光学効果）を利用して表示を行うものであり、電界印加により分子（分子の配向方向）が揃って回転することを利用した液晶表示素子とは異なり、光学的異方性の方向は殆ど変化せず、その光学的異方性の程度の変化（主に、電子分極や配向分極）により表示を行うようになっている。

【0072】

上記液晶性物質としては、ポッケルス効果またはカー効果を示す物質等、電界無印加時に光学的には等方（巨視的に見て等方であればよい）であり、電界印加により光学的異方性が発現する物質であってもよく、電界無印加時に光学的異方性を有し、電界印加により異方性が消失し、光学的に等方性（巨視的に見て等方であればよい）を示す物質であってもよい。典型的には、電界無印加時には光学的に等方（巨視的に見て等方であればよい）であり、電界印加により光学変調（特に電界印加により複屈折が上昇することが望ましい）を発現する媒質である。

【0073】

ポッケルス効果、カー効果（それ自身は、等方相状態で観察される）は、それぞれ、電界の一次または二次に比例する電気光学効果であり、電圧無印加状態では、等方相であるため光学的に等方的であるが、電圧印加状態では、電界が印加されている領域において、電界方向に化合物の分子の長軸方向が配向し、複屈折が発現することにより透過率を変調することができる。例えば、カー効果を示す物質を用いた表示方式の場合、電界を印加して1つの分子内での電子の偏りを制御することにより、ランダムに配列した個々の分子が各々別個に回転して向きを変えることから、応答速度が非常に速く、また、分子が無秩序に配列していることから、視角制限がないという利点がある。なお、上記液晶性物質のうち、大まかに見て電界の一次または二次に比例しているものは、ポッケルス効果またはカー効果を示す物質として扱うことができる。

【0074】

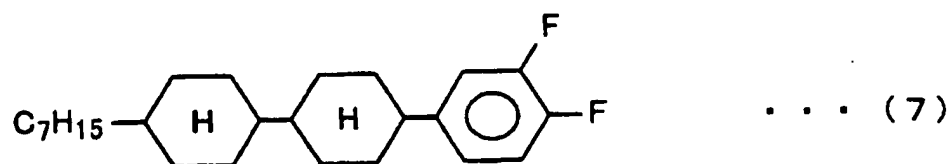
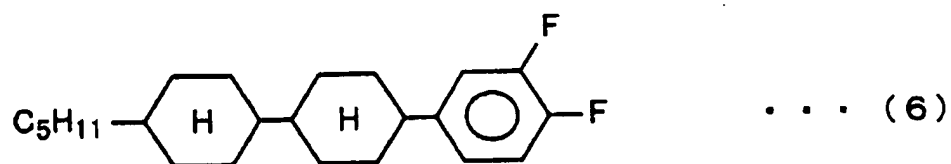
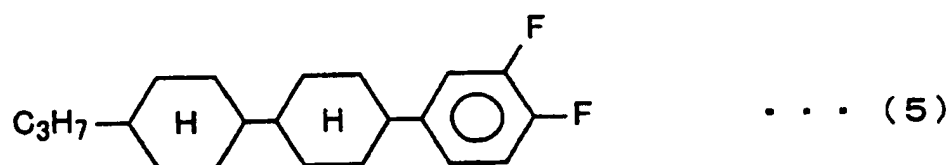
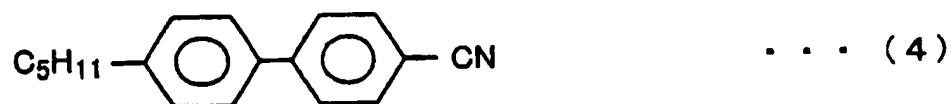
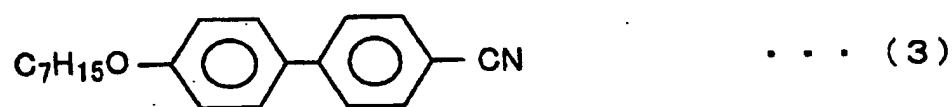
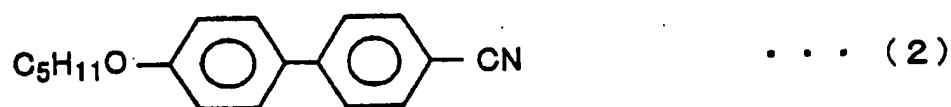
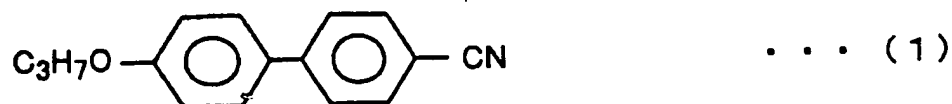
ポッケルス効果を示す物質としては、例えば、ヘキサミン等の有機固体材料等が挙げられるが、特に限定されるものではない。上記液晶性物質としては、ポッケルス効果を示す各種有機材料、無機材料を用いることができる。

【0075】

また、カー効果を示す物質としては、下記構造式（1）～（7）で示される液晶性物質等が挙げられるが、特に限定されるものではない。

【0076】

【化1】



【0077】

構造式(1)で示される液晶性物質は、3OCB(4-シアノ-4'-n-プロピルオキシビフェニル)、構造式(2)で示される液晶性物質は、5OCB(4-シアノ-4'-n-ペンチルオキシビフェニル)、構造式(3)で示される液晶性物質は、7OCB(

4-シアノ-4'-n-ヘプチルオキシビフェニル)、構造式(4)で示される液晶性物質は、5CB(4-シアノ-4'-n-ペンチルビフェニル)、構造式(5)で示される液晶性物質は、3HPFF(1,2-ジフルオロ-4-[トランス-4-(トランス-4-n-プロピルシクロヘキシル)シクロヘキシル]ベンゼン)、構造式(6)で示される液晶性物質は、5HPFF(1,2-ジフルオロ-4-[トランス-4-(トランス-4-n-ペンチルシクロヘキシル)シクロヘキシル]ベンゼン)、構造式(7)で示される液晶性物質は、7HPFF(1,2-ジフルオロ-4-[トランス-4-(トランス-4-n-ヘプチルシクロヘキシル)シクロヘキシル]ベンゼン)である。

【0078】

カー効果は、入射光に対して透明な媒質中で観測される。このため、カー効果を示す物質は、透明媒質として用いられる。通常、液晶性物質は、温度上昇に伴って、短距離秩序を持った液晶相から、分子レベルでランダムな配向を有する等方相に移行する。つまり、液晶性物質のカー効果は、ネマチック相ではなく、液晶相-等方相温度以上の等方相状態の液体に見られる現象であり、上記液晶性物質は、透明な誘電性液体として使用される。

【0079】

液晶性物質等の誘電性液体は、加熱による使用環境温度(加熱温度)が高いほど、等方相状態となる。よって、上記媒質として液晶性物質等の誘電性液体を使用する場合には、該誘電性液体を透明、すなわち可視光に対して透明な液体状態で使用するために、例えば、(1)媒質層3の周辺に、図示しないヒータ等の加熱手段を設け、該加熱手段により上記誘電性液体をその透明点以上に加熱して用いてもよいし、(2)バックライトからの熱輻射や、バックライトおよび/または周辺駆動回路からの熱伝導(この場合、上記バックライトや周辺駆動回路が加熱手段として機能する)等により、上記誘電性液体をその透明点以上に加熱して用いてもよい。また、(3)上記基板1・2の少なくとも一方に、ヒータとしてシート状ヒータ(加熱手段)を貼合し、所定の温度に加熱して用いてもよい。さらに、上記誘電性液体を透明状態で用いるために、透明点が、上記表示素子の使用温度範囲下限よりも低い材料を用いてもよい。

【0080】

上記液晶性物質は、液晶性物質を含んでいることが望ましく、上記液晶性物質として液晶性物質を使用する場合には、該液晶性物質は、巨視的には等方相を示す透明な液体であるが、微視的には一定の方向に配列した短距離秩序を有する分子集団であるクラスタを含んでいることが望ましい。なお、上記液晶性物質は可視光に対して透明な状態で使用されることから、上記クラスタも、可視光に対して透明(光学的に等方)な状態で用いられる。

【0081】

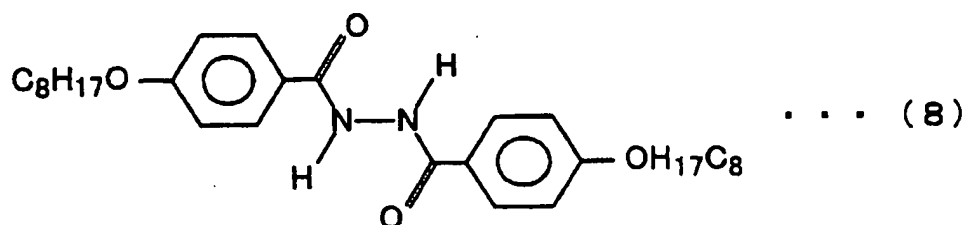
このために、上記表示素子は、上述したように、ヒータ等の加熱手段を用いて温度制御を行ってもよいし、特許文献2に記載されているように、媒質層3を、高分子材料等を用いて小区域に分割して用いてもよく、上記液晶性物質の直径を例えば0.1μm以下とする等、上記液晶性物質を、光の波長よりも小さな径を有する微小ドロップレットとし、光の散乱を抑制することにより透明状態とするか、あるいは、使用環境温度(室温)にて透明な等方相を示す液晶性化合物を使用する等してもよい。上記液晶性物質の直径、さらにはクラスタの径(長径)が0.1μm以下、つまり、光の波長(入射光波長)よりも小さい場合の光の散乱は無視することができる。このため、例えば上記クラスタの径が0.1μm以下であれば、上記クラスタもまた可視光に対して透明である。

【0082】

なお、上記液晶性物質は、上述したようにボッセルス効果またはカー効果を示す物質に限定されない。このため、上記液晶性物質は、分子の配列が、光の波長以下(例えばナノスケール)のスケールのキュービック対称性を有する秩序構造を有し、光学的には等方的に見えるキュービック相(非特許文献2、4、7参照)を有していてもよい。キュービック相は上記液晶性物質として使用することができる液晶性物質の液晶相の一つであり、キュービック相を示す液晶性物質としては、例えば、下記構造式(8)

【0083】

【化2】



【0084】

で示されるBABH8等が挙げられる。このような液晶性物質に電界を印加すれば、微細構造に歪みが与えられ、光学変調を誘起させることが可能となる。

【0085】

BABH8は、136.7℃以上、161℃以下の温度範囲では、光の波長以下のスケールのキュービック対称性を有する秩序構造からなるキュービック相を示す。該BABH8は、光の波長以下の秩序構造を有し、上記温度範囲において、電圧無印加時に光学的等方性を示すことで、直交ニコル下において良好な黒表示を行うことができる。

【0086】

一方、上記BABH8の温度を、例えば上記した加熱手段等を用いて136.7℃以上、161℃以下に制御しながら、電極4・5（楕円電極）間に電圧を印加すると、キュービック対称性を有する構造（秩序構造）に歪みが生じる。すなわち、上記BABH8は、上記の温度範囲において、電圧無印加状態では等方的であり、電圧印加により異方性が発現する。

【0087】

これにより、上記媒質層3において複屈折が発生するので、上記表示素子は、良好な白表示を行うことができる。なお、複屈折が発生する方向は一定であり、その大きさが電圧印加によって変化する。また、電極4・5（楕円電極）間に印加する電圧と透過率との関係を示す電圧透過率曲線は、136.7℃以上、161℃以下の温度範囲、すなわち、約20Kという広い温度範囲において安定した曲線となる。このため、上記BABH8を上記液晶性物質として使用した場合、温度制御を極めて容易に行うことができる。すなわち、上記BABH8からなる媒質層3は、熱的に安定な相であるため、急激な温度依存性が発現せず、温度制御が極めて容易である。

【0088】

また、上記液晶性物質としては、液晶分子が光の波長以下のサイズで放射状に配向した集合体で充填された、光学的に等方的に見えるような系を実現することも可能であり、その手法としては非特許文献3に記載の液晶マイクロエマルションや非特許文献5に記載の液晶・微粒子分散系（溶媒（液晶）中に微粒子を混在させた混合系、以下、単に液晶微粒子分散系と記す）の手法を応用することも可能である。これらに電界を印加すれば、放射状配向の集合体に歪みが与えられ、光学変調を誘起させることが可能である。

【0089】

なお、これら液晶性物質は、何れも、単体で液晶性を示すものであってもよいし、複数の物質が混合されることにより液晶性を示すものであってもよいし、これらの物質に他の非液晶性物質が混入されていてもよい。さらには、非特許文献1に記載されているような高分子・液晶分散系の物質を適用することもできる。また、非特許文献9に記載されているようなゲル化剤を添加してもよい。

【0090】

また、上記液晶性物質としては、有極性分子を含有することが望ましく、例えばニトロベンゼン等が液晶性物質として好適である。なお、ニトロベンゼンもカー効果を示す媒質の一種である。

【0091】

以下に、上記液晶性物質として用いることができる物質もしくは該物質の形態の一例を示すが、本発明は以下の例示にのみ限定されるものではない。

【0092】

〔スメクチックD相(SmD)〕

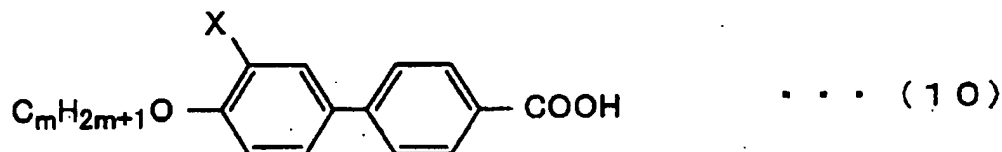
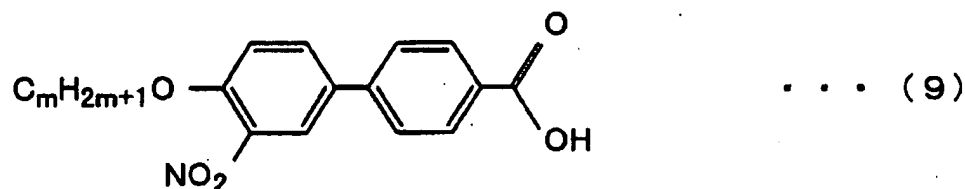
スメクチックD相(SmD)は、上記液晶性物質として使用することができる液晶性物質の液晶相の一つであり、図6及び図7に示すように、三次元格子構造を有し、その格子定数が光の波長以下である。すなわち、スメクチックD相はキュービック対称性を有する。このため、スメクチックD相は、光学的には等方性を示す。

【0093】

スメクチックD相を示す液晶性物質としては、例えば、非特許文献2もしくは非特許文献4に記載の下記一般式(9)・(10)

【0094】

【化3】



【0095】

で表されるANBC16等が挙げられる。なお、上記一般式(9)・(10)において、mは任意の整数、具体的には、一般式(9)においてはm=16、一般式(10)においてはm=15を示し、Xは-NO₂基を示す。

【0096】

上記ANBC16は、171.0℃~197.2℃の温度範囲において、スメクチックD相が発現する。スメクチックD相は、複数の分子がジャングルジム(商標登録)のような三次元的格子を形成しており、その格子定数は光学波長以下である。すなわち、スメクチックD相は、キュービック対称性を有する。このため、スメクチックD相は、光学的に等方性を示す。

【0097】

ANBC16がスメクチックD相を示す上記の温度領域において、ANBC16に電界を印加すれば、ANBC16の分子自身に誘電異方性が存在するため、分子が電界方向に向こうとして格子構造に歪が生じる。すなわち、ANBC16に光学的異方性が発現する。なお、ANBC16に限らず、スメクチックD相を示す物質であれば、本実施の形態の表示素子の液晶性物質として適用することができる。

【0098】

〔液晶マイクロエマルション〕

液晶マイクロエマルションとは、非特許文献3において提案された、O/W型マイクロエマルション(油の中に水を界面活性剤で水滴の形で溶解させた系で、油が連続相となる)の油分子をサーモトロピック液晶分子で置換したシステム(混合系)の総称である。

【0099】

液晶マイクロエマルジョンの具体例としては、例えば、非特許文献3に記載されている、ネマチック液晶相を示すサーモトロピック液晶であるペンチルシアノビフェニル(5CB)と、逆ミセル相を示すリोटロピック(ライオトロピック)液晶であるジドデシルアンモニウムブロマイド(DDAB)の水溶液との混合系がある。この混合系は、図8および図9に示すような模式図で表される構造を有している。

【0100】

また、この混合系は、典型的には逆ミセルの直径が50Å程度、逆ミセル間の距離が200Å程度である。これらのスケールは光の波長より一桁程度小さい。また、逆ミセルが三次元空間的にランダムに存在しており、各逆ミセルを中心に5CBが放射状に配向している。したがって、この混合系は、光学的には等方性を示す。

【0101】

そして、この混合系からなる媒質に電界を印加すれば、5CBに誘電異方性が存在するため、分子自身が電界方向に向こうとする。すなわち、逆ミセルを中心に放射状に配向していたため光学的に等方であった系に、配向異方性が発現し、光学的異方性が発現する。なお、上記の混合系に限らず、電圧無印加時には光学的に等方性を示し、電圧印加によって光学的異方性が発現する液晶マイクロエマルジョンであれば、本実施の形態の表示素子の液晶性物質として適用することができる。

【0102】

〔リोटロピック液晶〕

リोटロピック(ライオトロピック)液晶とは、液晶を形成する主たる分子が、他の性質を持つ溶媒(水や有機溶剤など)に溶けているような他成分系の液晶を意味する。また、上記の特定の相とは、電界無印加時に光学的に等方性を示す相である。このような特定の相としては、例えば、非特許文献5に記載されているミセル相、スポンジ相、キュービック相、逆ミセル相がある。図10に、リोटロピック液晶相の分類図を示す。

【0103】

両親媒性物質である界面活性剤には、ミセル相を発現する物質がある。例えば、イオン性界面活性剤である硫酸ドデシルナトリウムの水溶液やパルチン酸カリウムの水溶液等は球状ミセルを形成する。また、非イオン性界面活性剤であるポリオキシエチレンノニルフェニルエーテルと水との混合液では、ノニルフェニル基が疎水基として働き、オキシエチレン鎖が親水基として働くことにより、ミセルを形成する。他にも、スチレン-エチレンオキシドブロック共重合体の水溶液でもミセルを形成する。

【0104】

例えば、球状ミセルは、分子が空間的全方位にパッキング(分子集合体を形成)して球状を示す。また、球状ミセルのサイズは、光の波長以下であるため、異方性を示さず、等方的に見える。しかしながら、このような球状ミセルに電界を印加すれば、球状ミセルが歪むため異方性を発現する。よって、球状ミセル相を有するリोटロピック液晶もまた、本実施の形態の表示素子の液晶性物質として適用することができる。なお、球状ミセル相に限らず、他の形状のミセル相、すなわち、紐状ミセル相、楕円状ミセル相、棒状ミセル相等を液晶性物質として使用しても、同様の効果を得ることができる。

【0105】

また、濃度、温度、界面活性剤の条件によっては、親水基と疎水基とが入れ替わった逆ミセルが形成されることが一般に知られている。このような逆ミセルは、光学的にはミセルと同様の効果を示す。したがって、逆ミセル相を液晶性物質として適用することにより、ミセル相を用いた場合と同等の効果を奏する。なお、前述した液晶マイクロエマルジョンは、逆ミセル相(逆ミセル構造)を有するリोटロピック液晶の一例である。

【0106】

また、非イオン性界面活性剤であるペンタエチレングリコールドデシルエーテルの水溶液には、図10に示したような、スポンジ相やキュービック相を示す濃度および温度領域が存在する。このようなスポンジ相やキュービック相は、光の波長以下の秩序を有しているため透明な物質である。すなわち、これらの相からなる媒質は、光学的には等方性を

示す。そして、これらの相からなる媒質に電圧を印加すると、配向秩序が変化して光学的異方性が発現する。したがって、スポンジ相やキュービック相を有するリオトロピック液晶もまた、本実施の形態の表示素子の液晶性物質として適用することができる。

【0107】

〔液晶微粒子分散系〕

また、液晶性物質は、例えば、非イオン性界面活性剤ペンタエチレングリコールロードデシルエーテルの水溶液に、表面を硫酸基で修飾した直径100Å程度のラテックス粒子を混在させた、液晶微粒子分散系であってもよい。上記液晶微粒子分散系ではスポンジ相が発現するが、本実施の形態において用いられる液晶性物質としては、前述したミセル相、キュービック相、逆ミセル相等を発現する液晶微粒子分散系であってもよい。なお、上記ラテックス粒子に代えて上記DDABを使用することによって、前述した液晶マイクロエマルションと同様な配向構造を得ることもできる。

【0108】

〔デンドリマー〕

デンドリマーとは、モノマー単位毎に枝分かれのある三次元状の高分岐ポリマーである。デンドリマーは、枝分かれが多いために、ある程度以上の分子量になると球状構造となる。この球状構造は、光の波長以下の秩序を有しているので透明な物質であり、電圧印加によって配向秩序が変化して光学的異方性が発現する。したがって、デンドリマーもまた、本実施の形態の表示素子の液晶性物質として適用することができる。また、前述した液晶マイクロエマルションにおいてDDABに代えて上記デンドリマーを使用することにより、前述した液晶マイクロエマルションと同様な配向構造を得ることができる。このようにして得られた媒質もまた、上記液晶性物質として適用することができる。

【0109】

〔コレステリックブルー相〕

また、液晶性物質として、コレステリックブルー相を適用することができる。なお、図11には、コレステリックブルー相の概略構成が示されている。

【0110】

図11に示すように、コレステリックブルー相は、螺旋軸が3次的に周期構造を形成しており、その構造は、高い対称性を有していることが知られている（例えば、非特許文献6・7参照）。コレステリックブルー相は、光の波長以下の秩序を有しているのではほぼ透明な物質であり、電圧印加によって配向秩序が変化して光学的異方性が発現する。すなわち、コレステリックブルー相は、光学的に概ね等方性を示し、電界印加によって液晶分子が電界方向に向こうとするために格子が歪み、異方性を発現する。

【0111】

なお、コレステリックブルー相を示す物質としては、例えば、「JC1041」（商品名、チッソ社製混合液晶）を48.2重量%、「5CB」（4-シアノ-4'-ベンチルビフェニル、ネマチック液晶）を47.4重量%、「ZLI-4572」（商品名、メルク社製カイラルドーパント）を4.4重量%の割合で混合してなる組成物が知られている。該組成物は、330.7Kから331.8Kの温度範囲で、コレステリックブルー相を示す。

【0112】

〔スメクチックブルー相〕

また、液晶性物質として、スメクチックブルー相を適用することができる。なお、図11には、コレステリックブルー相の概略構成が示されている。

【0113】

図11に示すように、スメクチックブルー（BP_{Sm}）相は、コレステリックブルー相と同様、高い対称性の構造を有し（例えば、非特許文献6・7参照）、光の波長以下の秩序を有しているのではほぼ透明な物質であり、電圧印加によって配向秩序が変化して光学的異方性が発現する。すなわち、スメクチックブルー相は、光学的に概ね等方性を示し、電界印加によって液晶分子が電界方向に向こうとするために格子が歪み、異方性を発現する。

【0114】

なお、スメクチックブルー相を示す物質としては、例えば、非特許文献6に記載されているFH/FH/HH-14BTMHC等が挙げられる。該物質は、74.4℃～73.2℃でBP_{S_m}3相、73.2℃～72.3℃でBP_{S_m}2相、72.3℃～72.1℃でBP_{S_m}1相を示す。BP_{S_m}相は、非特許文献7に示すように、高い対称性の構造を有するため、概ね光学的等方性が示される。また、物質FH/FH/HH-14BTMHCに電界を印加すると、液晶分子が電界方向に向こうとすることにより格子が歪み、同物質は異方性を発現する。よって、同物質は、本実施の形態の表示素子の液晶性物質として使用することができる。

【0115】

以上のように、本実施の形態の表示素子において液晶性物質として使用することができる物質は、電界の印加により光学的異方性（屈折率、配向秩序度）が変化するものでありさえすれば、ボッケルス効果またはカー効果を示す物質であってもよく、キュービック相、スメクチックD相、コレステリックブルー相、スメクチックブルー相の何れかを示す分子からなるものであってもよく、ミセル相、逆ミセル相、スポンジ相、キュービック相の何れかを示すリオトロピック液晶もしくは液晶微粒子分散系であってもよい。また、上記液晶性物質は、液晶マイクロエマルジョンやデンドリマー（デンドリマー分子）、両親媒性分子、コポリマー、もしくは、上記以外の有極性分子等であってもよい。

【0116】

また、上記液晶性物質は、電圧印加時または電圧無印加時に光の波長以下の秩序構造（配向秩序）を有することが好ましい。秩序構造が光の波長以下であれば、光学的に等方性を示す。従って、電圧印加時または電圧無印加時に秩序構造が光の波長以下となる液晶性物質を用いることにより、電圧無印加時と電圧印加時とにおける表示状態を確実に異ならせることができる。

【0117】

上記媒質Aには、非液晶物質と、等方相－液晶相相転移温度が異なる2種類以上の液晶性物質とが含まれている。そして、上記媒質は、上記各液晶性物質の等方相－液晶相相転移温度よりも低い温度で光学的等方性を有する。それゆえ、媒質は、等方相－液晶相相転移がブロードになり、電場による影響が少なくなる。したがって、本発明によれば、等方相－液晶相相転移直後での電界印加に必要な駆動電圧が大きく変化することがない表示素子を実現できる。

【0118】

上記「各液晶性物質の等方相－液晶相相転移温度よりも低い温度」とは、具体的には、等方相－液晶相相転移温度よりも僅かに低い温度、例えば－0.1Kの温度のことをいう。

【0119】

また、上記液晶性物質としては、上記のように等方相－液晶相相転移温度がブロードになるような液晶性物質であれば、特に限定されない。例えば、上記液晶性物質における各種分子量分布が200～500のものを用いることが好ましい。分子量分布が200よりも低い場合、等方相－液晶相相転移温度が室温より低くなり、また液晶相を示しにくくなるので実用上好ましくない。また、分子量分布が500よりも高い場合、等方相－液晶相相転移温度が100℃より高くなり、また液晶相を示しにくくなるので実用上好ましくない。

【0120】

また、上記液晶性物質における各種等方相－液晶相相転移温度の分布が20℃以上のものを用いることが好ましい。等方相－液晶相相転移温度が20℃よりも低い場合、室温程度の温度でも、液晶性物質が気化し易いので、上記媒質Aを調製後、液晶性物質揮発による媒質Aの成分変化が起こり易く好ましくない。

【0121】

また、上記液晶性物質には、フッ素系液晶やシアノ系液晶が含まれていることが好まし

い、フッ素系やシアノ系液晶のように双極子モーメントの大きい化学構造が含まれていることで、液晶性物質に双極子-双極子相互作用を及ぼし、このために、等方相-液晶相転移温度がブロードなる。

【0122】

以下、本実施の形態では、上記液晶性物質として、上記構造式(1)～(3)で示される液晶性物質、すなわち、3OCB、5OCB、及び、7OCBをそれぞれ等量混合したものにフッ素系混合液晶JCTM-1041XX(チソ社製)17重量%混合したものを使用するものとするが、上記液晶性物質としては、これに限定されるものではなく、上述した条件に適合していれば、各種物質そのもの、または、各種物質の混合物を適用することができる。

【0123】

また、本実施の形態の表示素子では、上記媒質Aは、上記液晶性物質に加えて、カイラル剤を含んでなる。カイラル剤は、液晶性物質において隣接する分子と互いにねじれ構造をとる。そして、液晶性物質中の分子間の相互作用のエネルギーが低くなり、液晶性物質は、自発的にねじれ構造を取り、構造が安定化する。それゆえ、カイラル剤を含む媒質Aは、等方相-液晶相転移温度近傍では、急激な構造変化が起きにくく、光学的等方性を有する液晶相が発現し、相転移温度を低下させるという効果を奏する。このようなカイラル剤としては、例えば、ZLI-4572(メルク社製)、C15(メルク社製)、CN(メルク社製)、または、CB15(メルク社製)などが挙げられる。また、本実施の形態の表示素子では、上記液晶性物質が、カイラル性を示していてもよい。

【0124】

また、本実施の形態の表示素子では、上記媒質Aは、さらに、非液晶性物質を含んでなる。非液晶性物質は、上記液晶性物質への混合において、相溶性に劣る。そして、上記非液晶性物質は、液晶性物質の構成分子間の相互の束縛を弱めることができるので、液晶性物質の配向変化を容易になり、電界印加に必要な駆動電圧をより低減することができる。このような非液晶性物質としては、液晶性物質の構成分子間の相互の束縛を弱める物質であれば、特に限定されないが、例えば、極性溶媒、例としてアルコール類、また無極性物質も挙げられる。

【0125】

中でも、無極性物質は、液晶性物質との混合において、相溶性が僅かに劣る。それゆえ、媒質A中の混合物質内でのバックギングにおいて、双極子相互作用等の影響を比較的受けにくい液晶性物質の構成分子の相互の束縛を弱める。したがって、液晶性物質分子の配向変化がより起こり易くなり、駆動電圧が下がるという効果を奏する。このような無極性物質としては、液晶性物質の構成分子の相互の束縛を弱める物質であれば、特に限定されないが、例えば、n-ドデカン、n-オクタン、n-デカン等の直鎖アルカンやベンゼン、エーテル等が挙げられる。

また、上記媒質Aにおけるカイラル剤の濃度は、媒質Aにおいて、液晶性物質の構造を安定化させることが可能な濃度であれば、特に限定されないが、例えば、1～15重量%が好ましく、3～10重量%が特に好ましい。しかしながら、上記媒質Aにおけるカイラル剤の濃度は、カイラル剤の種類、表示素子の構成、または、設計等に応じて適宜設定することができる。

【0126】

また、上記媒質Aにおける無極性物質の濃度は、媒質Aにおいて、液晶性物質の構成分子の相互の束縛を弱めることが可能な濃度であれば、特に限定されないが、例えば、0.5～10重量%が好ましく、1～6重量%が特に好ましい。しかしながら、上記媒質Aにおける無極性物質の濃度は、無極性物質の種類、表示素子の構成、または、設計等に応じて適宜設定することができる。

【0127】

本実施の形態によれば、上記電極4・5としてITOを使用し、線幅5μm、電極間距離5μm、媒質層3の層厚(すなわち基板1・2間の距離)を5μmとし、媒質Aとして

上記媒質懸濁物を使用した。そして、外部加熱装置（加熱手段）により上記媒質混合物をネマチック等方相の相転移直上近傍の温度（相転移温度よりも僅かに高い温度、例えば＋0.1 K）に保ち、電圧印加を行うことにより、透過率を変化させることができた。なお、上記媒質Aは、54℃未満の温度でネマチック相、それ以上の温度で等方相を示す。

【0128】

次に、本実施の形態の表示素子における表示原理について、図3(a)・(b)、図4、及び、図5(a)～(g)を参照にして以下に説明する。

【0129】

なお、以下の説明では、主に、上記表示素子として透過型の表示素子を使用し、電界無印加時に光学的にはほぼ等方、好適には等方であり、電界印加により光学異方性を用いる場合を例に挙げて説明する。しかしながら、本発明は、これに限定されるものではない。

【0130】

図3(a)は、電界無印加状態（OFF状態）における本実施の形態の表示素子の構成を模式的に示す要部平面図であり、図3(b)は、電界印加状態（ON状態）における本実施の形態の表示素子の構成を模式的に示す要部平面図である。なお、図3(a)・(b)は、上記表示素子における1画素中の構成を示すものとし、説明の便宜上、対向基板21の構成については図示を省略する。

【0131】

さらに、図4は、図1(a)・(b)に示す表示素子における印加電圧と透過率との関係を示すグラフである。また、図5(a)～(g)は、電界の印加による光学的異方性の変化を利用して表示を行う表示素子と従来の液晶表示素子との表示原理の違いを、電圧無印加時（OFF状態）および電圧印加時（ON状態）における媒質の平均的な屈折率楕円体の形状（屈折率楕円体の切り口の形状にて示す）およびその主軸方向にて模式的に示す断面図であり、図5(a)～(g)は、順に、電界の印加による光学的異方性の変化を利用して表示を行う表示素子の電圧無印加時（OFF状態）の断面図、該表示素子の電圧印加時（ON状態）の断面図、TN(Twisted Nematic)方式の液晶表示素子の電圧無印加時の断面図、該TN方式の液晶表示素子の電圧印加時の断面図、VA(Vertical Alignment)方式の液晶表示素子の電圧無印加時の断面図、該VA方式の液晶表示素子の電圧印加時の断面図、IPS(In Plane Switching)方式の液晶表示素子の電圧無印加時の断面図、該IPS方式の液晶表示素子の電圧印加時の断面図を示す。

【0132】

物質中の屈折率は、一般には等方的でなく方向によって異なっている。この屈折率の異方性は、基板面に平行な方向（基板面内方向）でかつ両電極4・5の対向方向、基板面に垂直な方向（基板法線方向）、基板面に平行な方向（基板面内方向）でかつ両電極4・5の対向方向に垂直な方向を、それぞれx、y、z方向とすると、任意の直交座標系（ X_1 、 X_2 、 X_3 ）を用いて下記関係式(1)

【0133】

【数1】

$$\sum_{ij} \left(\frac{1}{n_{ij}^2} \right) X_i X_j = 1 \quad \cdots (1)$$

【0134】

$$(n_{ji} = n_{ij}, i, j = 1, 2, 3)$$

で表される楕円体（屈折率楕円体）で示される（例えば非特許文献12参照）。ここで、上記関係式(1)を楕円体の主軸方向の座標系（ Y_1 、 Y_2 、 Y_3 ）を使用して書き直すと、下記関係式(2)

【0135】

【数2】

$$\frac{Y_1^2}{n_1^2} + \frac{Y_2^2}{n_2^2} + \frac{Y_3^3}{n_3^3} = 1 \quad \dots(2)$$

【0136】

で示される。 n_1 、 n_2 、 n_3 （以下、 n_x 、 n_y 、 n_z と記す）は主屈折率と称され、楕円体における三本の主軸の長さの半分に相当する。原点から $Y_3 = 0$ の面と垂直な方向に進行する光波を考えると、この光波は Y_1 と Y_2 との方向に偏光成分を有し、各成分の屈折率はそれぞれ n_x 、 n_y である。一般に、任意の方向に進行する光に対しては原点を通り、光波の進行方向に垂直な面が、屈折率楕円体の切り口と考えられ、この楕円の主軸方向が光波の偏光の成分方向であり、主軸の長さの半分のその方向の屈折率に相当する。

【0137】

まず、電界の印加による光学的異方性の変化を利用して表示を行う表示素子と従来の液晶表示素子との表示原理の相違について、従来の液晶表示素子として、TN方式、VA方式、IPS方式を例に挙げて説明する。

【0138】

図5(c)・(d)に示すように、TN方式の液晶表示素子は、対向配置された一对の基板101・102間に液晶層105が挟持され、上記両基板101・102上にそれぞれ透明電極103・104（電極）が設けられている構成を有し、電圧無印加時には、液晶層105における液晶分子の長軸方向がらせん状に捻られて配向しているが、電圧印加時には、上記液晶分子の長軸方向が電界方向に沿って配向するようになっている。この場合における平均的な屈折率楕円体105aは、電圧無印加時には、図5(c)に示すように、その主軸方向（長軸方向）が基板面に平行な方向（基板面内方向）を向き、電圧印加時には、図5(d)に示すように、その主軸方向が基板面法線方向を向く。すなわち、電圧無印加時と電圧印加時とで、屈折率楕円体105aの形状は変わらずに、その主軸方向が変化する（屈折率楕円体105aが回転する）。

【0139】

VA方式の液晶表示素子は、図5(e)・(f)に示すように、対向配置された一对の基板201・202間に液晶層205が挟持され、上記両基板201・202上にそれぞれ透明電極（電極）203・204が備えられている構成を有し、電圧無印加時には、液晶層205における液晶分子の長軸方向が、基板面に対して略垂直な方向に配向しているが、電圧印加時には、上記液晶分子の長軸方向が電界に垂直な方向に配向する。この場合における平均的な屈折率楕円体205aは、図5(e)に示すように、電圧無印加時には、その主軸方向（長軸方向）が基板面法線方向を向き、図5(f)に示すように、電圧印加時にはその主軸方向が基板面に平行な方向（基板面内方向）を向く。すなわち、VA方式の液晶表示素子の場合にも、TN方式の液晶表示素子と同様、電圧無印加時と電圧印加時とで、屈折率楕円体205aの形状は変わらずに、その主軸方向が変化する（屈折率楕円体205aが回転する）。

【0140】

また、IPS方式の液晶表示素子は、図5(f)・(g)に示すように、同一の基板301上に、1対の電極302・303が対向配置された構成を有し、図示しない対向基板との間に挟持された液晶層に、上記電極302・303により電圧が印加されることで、上記液晶層における液晶分子の配向方向（屈折率楕円体305aの主軸方向（長軸方向））を変化させ、電圧無印加時と電圧印加時とで、異なる表示状態を実現することができるようになっている。すなわち、IPS方式の液晶表示素子の場合にも、TN方式およびVA方式の液晶表示素子と同様、図5(f)に示す電圧無印加時と図5(g)に示す電圧印加時とで、屈折率楕円体305aの形状は変わらずに、その主軸方向が変化する（屈折率楕円体305aが回転する）。

【0141】

このように、従来の液晶表示素子では、電圧無印加時でも液晶分子が何らかの方向に配向しており、電圧を印加することによってその配向方向を変化させて表示（透過率の変調）を行っている。すなわち、屈折率楕円体の形状は変化しないが、屈折率楕円体の主軸方向が電圧印加によって回転（変化）することを利用して表示を行っている。つまり、従来の液晶表示素子では、液晶分子の配向秩序度は一定であり、配向方向を変化させることによって表示（透過率の変調）を行っている。

【0142】

これに対し、本実施の形態の表示素子も含め、電界の印加による光学的異方性の変化を利用して表示を行う表示素子は、図5(a)・(b)に示すように、電圧無印加時における屈折率楕円体3aの形状は球状、すなわち、光学的に等方($n_x = n_y = n_z$ 、配向秩序度=0)であり、電圧を印加することによって異方性($n_x > n_y$ 、配向秩序度>0)が発現するようになっている。なお、上記 n_x 、 n_y 、 n_z は、それぞれ、基板面に平行な方向（基板面内方向）でかつ両電極4・5の対向方向の主屈折率、基板面に垂直な方向（基板法線方向）の主屈折率、基板面に平行な方向（基板面内方向）でかつ両電極4・5の対向方向に垂直な方向の主屈折率を表している。

【0143】

このように、本実施の形態の表示素子は、光学的異方性の方向は一定（電圧印加方向は変化しない）で例えば配向秩序度を変調させることによって表示を行うものであり、従来の液晶表示素子とは表示原理が大きく異なっている。

【0144】

本実施の形態の表示素子は、図3(a)に示すように、電極4・5に電圧を印加していない状態では、基板1・2間に封入される媒質A（媒質層3）が等方相を示し、光学的にも等方となるので、黒表示になる。

【0145】

一方、図3(b)に示すように、電極4・5に電圧を印加すると、上記媒質Aの各分子が、その長軸方向が上記電極4・5間に形成される電界に沿うように配向されるので、複屈折現象が発現する。この複屈折現象により、電極4・5間の電圧に応じて表示素子の透過率を変調することが可能になる。

【0146】

なお、相転移温度（転移点）から十分遠い温度においては表示素子の透過率を変調させるために必要な電圧は大きくなるが、転移点のすぐ直上の温度では0～100V前後の電圧で、十分に透過率を変調させることが可能になる。

【0147】

例えば、非特許文献4および非特許文献8によれば、電界方向の屈折率と、電界方向に垂直な方向の屈折率とを、それぞれ $n_{//}$ 、 n_{\perp} とすると、複屈折変化($\Delta n = n_{//} - n_{\perp}$)と、外部電界、すなわち電界 E (V/m)との関係は、下記関係式(3)

$$\Delta n = \lambda \cdot B_k \cdot E^2 \quad \dots (3)$$

で表される。なお、 λ は真空中での入射光の波長(m)、 B_k はカー定数(m/V²)、 E は印加電界強度(V/m)である。

【0148】

カー定数 B は、温度(T)の上昇とともに $1/(T - T_{ni})$ に比例する関数で減少することが知られている。このため、カー定数 B は、転移点(T_{ni})近傍では弱い電界強度で駆動できていたとしても、温度(T)が上昇するとともに急激に必要な電界強度が増大する。このため、転移点から十分遠い温度（転移点よりも十分に高い温度）では透過率を変調させるために必要な電圧が大きくなるが、相転移直上の温度では、約100V以下の電圧で、透過率を十分に变調させることができる。

【0149】

さらに、電界の印加により光学的異方性が発現する媒質Aを表示媒質に用いた表示素子を備えた表示装置において電源の投入を行ったとき、周囲温度が低い場合には、上記媒質

Aが本来駆動されるべき温度に達しておらず、媒質Aの物理的な状態が、素子駆動時に本来有しているべき状態とは異なっていることがあることが挙げられる。例えば、上記媒質Aがネマチック等方相の相転移温度直上の等方相状態で、本来駆動しなければならない場合（なお、逆の場合もあり得る）、電源投入時に、上記相転移温度よりも低温のネマチック状態になっていることがある。この場合、電界無印加状態では本来等方状態により黒表示を達成しなければならないときに、無電界印加でも光学的異方性を有するネマチックでは、その光学的異方性により光を透過させてしまうことになる。したがって、このような場合には、良好な黒表示ができなくなり、コントラストが低下してしまう。もちろん、ヒータや光源（バックライト）により表示素子を過熱し、良好な表示を得ることができるが、瞬時に温度を上昇させ、また安定化させることは容易なことではない。

【0150】

そこで、本実施の形態において、基板1・2におけるそれぞれの対向面上には、ラビング処理が施された図示しない誘電体薄膜（配向膜）が必要に応じて形成されていてもよい。上記一对の基板1・2のうち少なくとも一方の基板の内側に上記誘電体薄膜が形成されていることで、上記配向の秩序の度合いを向上させることができ、より大きな電気光学効果、例えばより大きなカー効果を得ることができる。

【0151】

上記誘電性薄膜としては、それぞれ、有機薄膜であってもよいし、無機薄膜であってもよく、上記配向効果を得ることができさえすれば、特に限定されるものではないが、上記誘電体薄膜を有機薄膜により形成した場合、良好な配向効果を示すことから、上記誘電性薄膜としては有機薄膜を用いることがより望ましい。このような有機薄膜の中でもポリイミドは安定性、信頼性が高く、極めて優れた配向効果を示すことから、上記誘電性薄膜材料にポリイミドを使用することで、より良好な表示性能を示す表示素子を提供することができる。

【0152】

上記誘電体薄膜は、上記一对の基板1・2のうち少なくとも一方の基板の内側、例えば、上記基板1上に、上記櫛形電極4・5を覆うように形成すればよく、その膜厚は特に限定されない。また、上記基板1上に設けられた誘電性薄膜と、基板2上に設けられた誘電性薄膜とは、例えば、上記櫛形電極4・5の櫛歯部分4a・5aに沿って互いに逆方向にラビング処理が施される。

【0153】

また、本実施の形態の表示素子では、例えば、電源投入時に周囲温度が上記転移点よりも低く、媒質Aが、本来駆動されるべき温度に達していない場合、析出したネマチック液晶相は、上記配向膜における配向（処理）方向、この場合は、偏光板吸収軸方向に配向するために、上記ネマチック液晶相、つまり、物理的状态が本来の駆動時の状態と異なる媒質による光学的な寄与は無い。この結果、ヒータおよびバックライトにより表示素子の温度が上昇するまでの間においても良好な黒表示を実現することができる。

【0154】

すなわち、本実施の形態によれば、たとえ電圧無印加時に光学異方性が発現したとしても、上記画素基板11および対向基板12における互いの対向表面に、一方の偏光板吸収軸と平行または直交する方向の水平配向処理を施し、その光学異方性の方向、つまり、配向方向を、上記偏光板吸収軸と平行または直交する方向にしておくことで、その光学的寄与を消失させることができる。つまり、本実施の形態において、上記画素基板11における対向基板12の対向面表面に水平配向処理が施されていることで、基板界面の媒質A、厳密には該媒質Aを構成する分子は、素子駆動温度未満の温度で、上記配向処理における配向（処理）方向に沿って配向する。

【0155】

また、本実施の形態の表示素子によれば、所望の駆動温度領域に達したとしても、基板界面に吸着した分子による黒表示時の光の漏れは観測されず、高いコントラストを実現することができた。この結果、コントラストが低下することがなく、高応答性、視野角特

性に優れた表示素子を得ることができる。

【0156】

以下、本実施の形態では、上記媒質Aとして、上記構造式(1)～(3)で示される液晶性物質、すなわち、3OCB、5OCB、及び、7OCBをそれぞれ等量混合したものに、フッ素系混合液晶JC-1041XX(チソソ社製)を17重量%、カイラル剤ZLI-4572(メルク社製)を3重量%、n-ドデカン(2重量%添加したものを用いた。上記媒質Aとしては、これに限定されるものではなく、液晶性物質として上述した各種物質そのもの、または、各種物質の混合物を適用し、これにカイラル剤及び無極性物質を添加したものでもよい。

【0157】

上記表示素子において、外部加熱装置(加熱手段)により上記媒質混合物をネマチック等方相の相転移直上近傍の温度(相転移温度よりも僅かに高い温度、例えば+0.1K)に保ち、電圧印加を行うことにより、透過率を変化させることができた。また、電圧印加を行った場合、最大透過率を得られる印加電圧は、46Vであった。なお、このとき、媒質Aの等方相-液晶相相転移温度は、54℃であった。すなわち、上記媒質Aは、54℃未満の温度でネマチック相、それ以上の温度で等方相を示す。

【0158】

ここで、比較のために、上述した構成を有する表示素子において、媒質Aとして、上記構造式(2)及び(4)で示される液晶性物質、すなわち、5OCB、及び、5CBをそれぞれ、10重量%、90重量%混合したものに、エチルアルコールを0.1重量%添加したものをを用いた(以下、比較例とする)。このとき、媒質Aの等方相-液晶相相転移温度は、59℃であった。また、この表示素子において、外部加熱装置(加熱手段)により上記媒質混合物をネマチック等方相の相転移直上近傍の温度(相転移温度よりも僅かに高い温度、例えば+0.1K)に保ち、電圧印加を行った結果、最大透過率を得られる印加電圧は、53Vであった。また、比較例の表示素子では、液晶性物質の相転移温度よりも低い温度では、電圧無印加時に媒質Aは、光学的等方性を示していなかった。それゆえ、比較例の表示素子では、欠陥構造由来と考えられる光漏れが生じていた。また、等方相-液晶相間の相転移を境にして駆動電圧が大きく変化していた。

【0159】

このように本実施の形態の表示素子では、比較例の表示素子とは異なり、等方相-液晶相相転移温度はやや低く、最大透過率を得られる印加電圧が小さかった。また、本実施の形態の表示素子は、等方相-液晶相相転移近傍で駆動電圧が大きく変化しなかった。つまり、本実施の形態の表示素子では、比較例の表示素子とは異なり、相転移温度の低下だけでなく同時に駆動電圧の低下が実現できた。

【0160】

また、比較例の表示素子では、等方相-低温側液晶相の相転移温度を境にして、特に相転移温度より温度が高くなるにつれて駆動電圧が上昇していた。一方、本実施の形態の表示素子では、等方相直下の低温相が光学的等方性を示していた。すなわち、液晶性物質の相転移温度よりも低い温度では、電圧無印加時に媒質Aは、光学的等方性を示していた。さらに、等方相-低温側液晶相の相転移温度を境に配向変化に必要な駆動電圧が大きく変わらない。このことは、相転移近傍において電場から受ける影響に対して温度依存性が小さいことを意味している。さらに言うなら、電場の2乗で変化するカー効果による屈性率の変化に対して、安定性が比較例よりも高いことを示している。

【0161】

これは、本実施の形態の表示素子の媒質A中に、3OCB、5OCB、7OCB、及び、フッ素系混合液晶JC-1041XXが混合することにより、それぞれ単体での等方相-液晶相への相転移が混合物では重なったようになり相転移がブロードになったと考えられる。その結果、構造変化も急激には起こらず、光学的に等方な液晶相が発現した。

【0162】

一般に低分子に比べて高分子の相転移点は明確ではない。これは高分子などでは分子量

分布があり、その分布に対応した様々な相転移温度の重なり合わせが高分子全体の相転移温度になるため、不明確になる。本実施の形態においても、同様な効果により相転移点が明瞭でなくなった。

【0163】

本実施の形態では、媒質Aはカイラル剤を含んでなるので、液晶性物質中で隣接する分子と互いにねじれ構造をとれば、分子間相互作用のエネルギーは低くなる。したがって、カイラル剤は、自発的にねじれ構造をとる。すなわち、本実施の形態では、あらかじめブロードになった相転移を、カイラル剤導入によりねじれ構造を発現させて、その構造を安定化させ、より相転移がブロードになる。このため、駆動電圧をより小さくできたと考えられる。

【0164】

また、媒質Aはさらに無極性物質であるドデカンを含んでなる。無極性物質は、液晶性物質への混合において、相溶性が僅かに劣る。それゆえ、媒質Aの混合物内でのバックギングにおいて、系をよりソフトにして構成分子の相互の束縛を弱める作用がある。したがって、配向変化をより容易にし、その結果駆動電圧がより低くなるように影響を与えていると考えられる。本実施の形態では、等方相-液晶相相転移での電場に対する変化が殆ど無い程度に小さくして、その上で非液晶性物質を添加することにより光学変調に必要な電圧の上昇を抑えることが出来ていると考えられる。

【産業上の利用可能性】

【0165】

本発明の表示素子は、広視野角特性および高速応答特性に優れた表示素子であり、例えば、テレビやモニタ等の画像表示装置や、ワードプロセッサ（ワープロ）やパーソナルコンピュータ等のOA機器、あるいは、ビデオカメラ、デジタルカメラ、携帯電話等の情報端末等に備えられる画像表示装置に、広く適用することができる。また、本発明の表示素子は、上記したように、広視野角特性および高速応答特性を有し、また、液晶相-等方相相転移温度を低下させてカー効果を安定化し、かつ、駆動電圧を低減することができるので、大画面表示や動画表示にも適している。

【図面の簡単な説明】

【0166】

【図1】(a)は電圧無印加状態における本発明の実施の一形態の表示素子の要部の概略構成を模式的に示す断面図であり、(b)は電圧印加状態における本実施の一形態の表示素子の要部の概略構成を模式的に示す断面図である。

【図2】本発明の実施の一形態の表示素子における電極構造と偏光板吸収軸との関係を説明する図である。

【図3】(a)は電圧無印加状態における上記表示素子の媒質を模式的に示す断面図であり、(b)は電圧印加状態における上記表示素子の媒質を模式的に示す断面図である。

【図4】上記表示素子における印加電圧と透過率との関係を示すグラフである。

【図5】上記表示素子と従来の液晶表示素子との表示原理の違いを、電圧無印加時および電圧印加時における媒質の平均的な屈折率楕円体の形状およびその主軸方向にて模式的に示す断面図であり、(a)は本実施の形態にかかる表示素子の電圧無印加時の断面図であり、(b)は本実施の形態にかかる表示素子の電圧印加時の断面図であり、(c)はTN方式の液晶表示素子の電圧無印加時の断面図であり、(d)はTN方式の液晶表示素子の電圧印加時の断面図であり、(e)はVA方式の液晶表示素子の電圧無印加時の断面図であり、(f)はVA方式の液晶表示素子の電圧印加時の断面図であり、(g)はIPS方式の液晶表示素子の電圧無印加時の断面図であり、(h)はIPS方式の液晶表示素子の電圧印加時の断面図である。

【図6】スメクチックD相におけるキュービック対称性の構造を、ロードネットワークモデルで示す模式図である。

【図7】スメクチックD相におけるキュービック対称性の構造を示す模式図である。

【図8】液晶マイクロエマルジョンの逆ミセル相混合系の一例を示す模式図である。

【図9】液晶マイクロエマルションの逆ミセル相混合系の他の例を示す模式図である。

【図10】リオトロピック液晶相の分類図である。

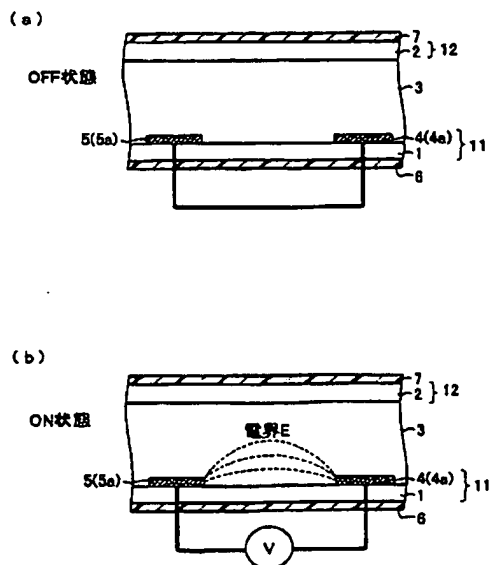
【図11】本発明の表示素子の媒質の各種構造を示す模式図である。

【符号の説明】

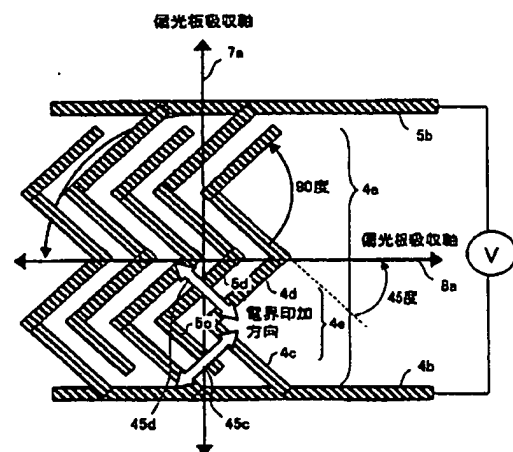
【0167】

- 1 基板
- 2 基板
- 3 媒質層
- 4 電極（電界印加手段）
- 4 a 櫛歯部分
- 5 電極（電界印加手段）
- 5 a 櫛歯部分
- 6 偏光板
- 7 偏光板
- 1 1 画素基板（基板）
- 1 2 対向基板（基板）
- 4 5 c、4 5 d 電界印加方向
- A 媒質

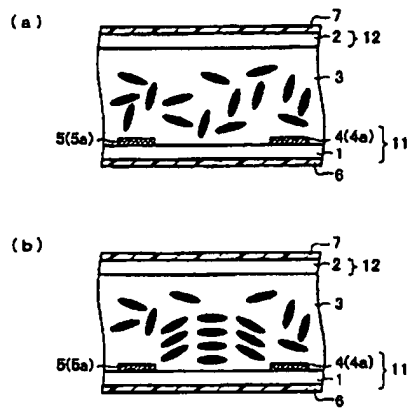
【図1】



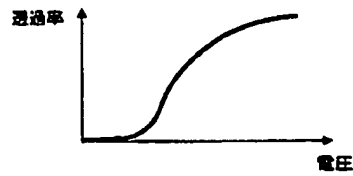
【図2】



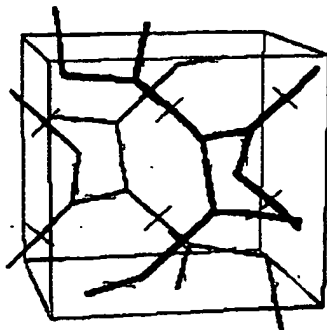
【図3】



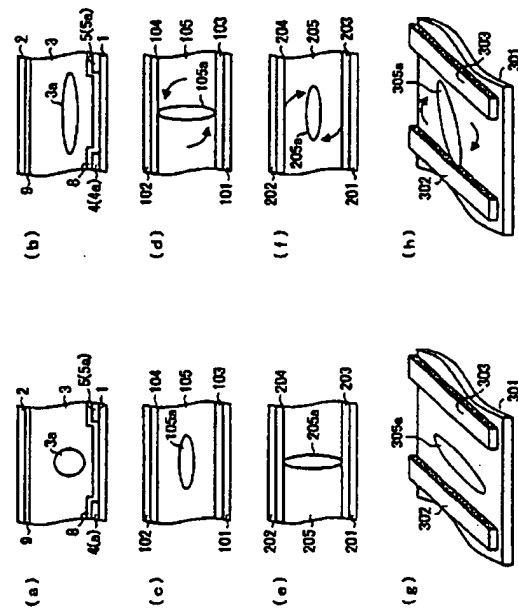
【図4】



【図6】



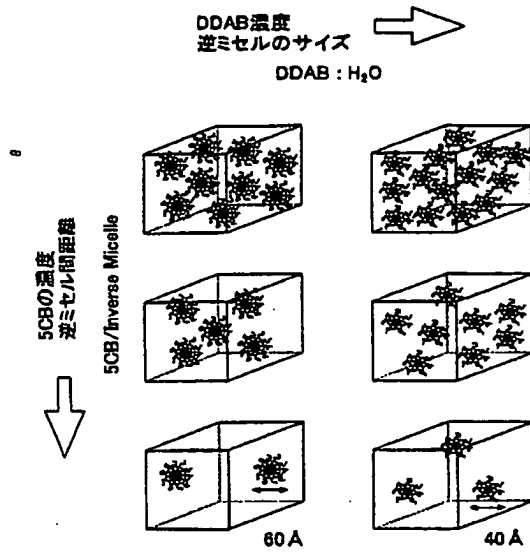
【図5】



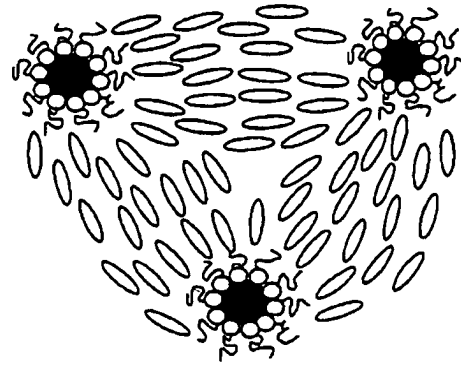
【図7】



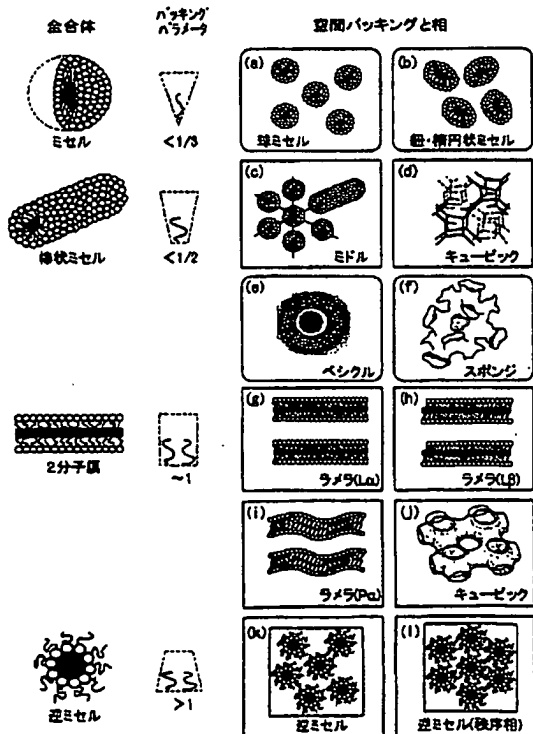
【図8】



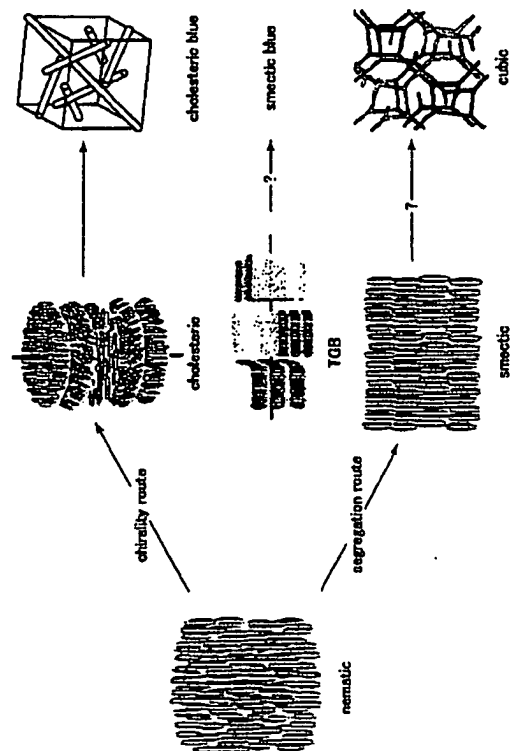
【図9】



【図10】



【図11】



Fターム(参考) 2H088 GA03 GA04 GA10 GA11 GA15 GA17 HA02 HA03 JA03 JA06
JA14 JA22 KA19 KA20 MA10 MA20
2H092 GA13 GA14 NA01 NA05 NA26 QA05 QA08 QA10 QA11 QA15